H. Patt

الوجيز في الفيضانات

التأثيرات والحماية

ترجمة: أ.د. عز الدين درويش حسن

مراجعة: أ.د. محمد منصور الشبلاق

المنظمة العربية
للتـــربـــية والثقـــافـــة والـــعـــلـــوم

المركز العربي
للتعريـــب والترجمة والتألـــيف والنشر

الوجيـــز في الفيضانـــات
التأثيرات والحماية

Heinz Patt (Hrsg.)

Hochwasser-Handbuch

Heinz Patt (Hrsg.)

الوجيز في الفيضانات
التأثيرات والحماية

Mit Textbeiträgen von:
Prof. Dr.- Ing. W. Bechteler Prof.Dr.- Ing.H. Brombach
Prof. Dr.- Ing. R. Dillmann Ass. K.-D.Fröhlich Dr. P. Jürging Dr.-Ing.W. Kron
Prof. Dr.- Ing. O. Niekamp Dr.-Ing. M. Nujić Prof. Dr.- Ing. H. Patt.
Prof. Dr.- Ing. W. Richwien Dr.- Ing. K.-Rother Prof. Dr.- Ing. G. Vogel.
R. Vogt

ترجمة: أ. د. عز الدين درويش حسن

مراجعة: أ. د. محمد منصور الشبلاق

2005 دمشق

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. HEINZ PATT
Institut für Wasserbau und
Wasserwirtschaft
Universität Essen
Universitätsstr. 15
45117 Essen

Hochwasser-Handbuch
Auswirkungen und Schutz

Translation copyright © 2005 by Arab Centre for Arabization, Translation, Authorship & Publication (ACATAP, branch of ALECSO).

Translation from The German language edition:
Hochwasser-Handbuch. Auswirkungen und Schutz edited by Heinz Patt
copyright © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001
All Rights Reserved.

الوجيز في الفيضانات ـ التأثيرات والحماية
ترجمة: أ.د. عز الدين درويش حسن
المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر بدمشق
ص.ب: 3752 ـ دمشق ـ الجمهورية العربية السورية
هاتف: 3334876 11 963 + ـ فاكس: 3330998
E-mail: acatap@net.sy
Web Site: www.acatap.org

جميع حقوق النشر والطبع محفوظة

تصديـــر

درج المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر على نقل كل جديد إلى اللغة العربية في إطار مهمته القومية بتعريب التعليم العالي في الوطن العربي. ففي مجال مواجهة الحوادث الطبيعية نجد أن الفيضانات تسبب كل عام كوارث بشرية وخسائر مادية فادحة تقدر بمليارات الدولارات. وهكذا فقد حظيت هذه الحوادث الطبيعية باهتمام المختصين والمسؤولين على السواء في المناطق التـــي تحدث فيها على الصعيد المحلي والإقليمي والدولي، خصوصاً في السنوات الأخيرة حيث تكرر حدوثها في البلدان الأوروبية ملحقة خسائر فادحة في الأرواح والممتلكات، مما استدعى تعاون دولي في هذا الإطار خاصة في المجموعة الأوروبية.

يمثّل كتاب "الوجيز في الفيضانات" ثمرة الجهود التـــي بذلها بعض المختصون في هذا المجال من ألمانيا، حيث يهدف هذا الكتاب إلى توفير المعلومات عن كيفية نشوء الفيضانات وكيفية مواجهتها لتجنب الأضرار الناجمة عنها وتخفيضها إلى الحد الأدنـــى. ولهذا فقد تم في هذا الكتاب إعطاء خطوط رئيسية وإرشادات هيدرولوجية وهيدروليكية وتكنولوجية وإنشائية عن مواد الإنشاء اللازمة، وشرحاً وافياً عن منشآت الحماية واحتياطات التنظيم وأسلوب تنفيذها وعن الإجراءات الواجب اتباعها قبل وخلال وبعد الفيضان.

يعرض هذا الكتاب أيضاً الأفكار اللازمة لحساب وتقييم الأضرار الناجمة عن الفيضانات وكيفية التأمين ضد هذه الأضرار. ويضم إضافة إلى ذلك أمثلة حسابية تعزز وتوضح الأفكار الواردة فيه.

يتشرف المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر بوضع هذا الكتاب في المكتبة العربية خدمة لكل الباحثين والعلماء في الجامعات والمعاهد والمؤسسات التعليمية الأخرى في أرجاء الوطن العربي.

أ.د. عادل نوفل

مدير المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر

مقدمة

تقتل حوادث الفيضانات كل عام الآلاف من البشر في أنحاء العالم المختلفة، وتسبب أضراراً في الممتلكات، تقدر بالمليارات. يعود السبب الرئيسي في وقوع هذه الأضرار الفادحة إلى تواجد التجمعات البشرية والمنشآت القيّمة بالقرب من المجاري المائية.

يجب في جميع الأحوال أن تكون منشآت الحماية من الفيضانات كافية على الرغم من تكاليفها الباهظة، حيث توفر هذه الوسائل حماية جيدة في حالات الفيضانات الصغيرة، بيد أنها في حالات الفيضانات الكبيرة النادرة تكون التدابير المتخذة غالباً غير كافية، إذ يبقى احتمال الخطر قائماً على الرغم من الجهود الكبيرة المبذولة.

يجب عند التخطيط لمنشآت الحماية من الفيضانات أن تكون مهمة المصمم واضحة، حيث أنها تتركز على تخفيض قمة الفيضان ومناسيب الماء الأعظمية باستخدام التخزين والحجز في الحوض الساكب بالسرعة الكافية – بشكل خاص – تساهم في ذلك مقدرة التربة على تخزين المياه واستغلال أحواض التخزين المتوفرة في شبكة المجاري المائية في مناطق الغمر التـــي لم تستخدم بعد. في الأماكن التـــي لا تتواجد فيها مثل هذه الإمكانيات الطبيعية لتخزين المياه وحجزه أو تكون غير كافية تستخدم السدود وأحواض تخزين مياه الفيضان والبرك الاصطناعية التخزينية لمياه الفيضان.

وباعتبار أن احتمال الخطر ما زال قائماً إضافة إلى توقع حدوث الأضرار التـــي يمكن أن تنجم عن الفيضانات المتوقعة يجب أن تحمى المناطق الحساسة من خلال إجراءات خاصة. من هذه المناطق الحساسة يمكن ذكر المناطق السكنية المزدحمة والمراكز الصناعية التـــي يمكن تخفيض الأضرار فيها بشكل ملحوظ عبر وسائل الحماية.

إن الهدف من وضع هذا الكتاب "الوجيز في الفيضانات" هو توفير المعلومات عن كيفية نشوء الفيضانات وتجهيز هذه المعلومات وكيفية التعامل مع مناسيب المياه المرتفعة لتجنب أضرار الفيضان وتخفيضها. لذلك تم في الفصول الأساسية إعطاء خطوط رئيسية وإرشادات

هيدرولوجية وهيدروليكية وتكنولوجية وإنشائية عن مواد الإنشاء اللازمة. حيث تعالج فصول التخطيط منشآت الحماية واحتياطات التنظيم وأسلوب تنفيذها والإجراءات المتخذة قبل وخلال وبعد الفيضان (إدارة الفيضان). وكتتمة تأتـــي توجيهات للعناية بالطبيعة ولحساب وتقييم أضرار الفيضان وكيفية التأمين ضد هذه الأضرار. وتتكون الخاتمة من عرض للأسس القانونية. يجب أن تزيد الأمثلة الحسابية الموضوعة من إلمام القارئ الكريم بمثل هذا المسائل وتمكّن المستخدم من إجراء حسابات صغيرة ودراسات معقولة بنفسه. لقد عرضت الأمثلة ببساطة بشكل مقصود واقتصرت على الأسئلة الضرورية المتعلقة بالمسائل الهندسية والقيم اللازمة للبدء في حساب الأبعاد والمنشآت.

من الطبيعي ألا يعطي هذا الكتاب الحلول لكل المشاكل المتعلقة بالفيضان، ولكن يمكن أن يقدم الوجيز في الفيضانات فقط النصائح ويزود بالمعلومات ويساعد في إيجاد الحلول الصحيحة. ولكن بالنظر للاستثمارات المتعددة والمكثفة للمناطق القريبة من المجاري المائية وللاحتمال الكبير لوقوع الأضرار في هذه المناطق يكفي تقديم إرشاد مناسب واحد فقط لتخفيض كبير في الخسائر في الممتلكات والأرواح.

لا يمكن إخراج كتاب في موضوع الفيضانات إلا من خلال العمل المشترك بين الأخصائيين والأعمال الملحقة الأخرى. ساهم في هذا الكتاب اثنا عشر مؤلفاً كل منهم ذو شهرة كبيرة في اختصاصه. وأريد أن أخص بالشكر المجموعة التـــي ساهمت بإخراج هذا الكتاب.

لقد أنجزت الرسوم من قبل المهندسة Barbara Laerbusch والسيد Markus Diederich، وساعد السيد Broemmelhoff بوضع الفهرس. وقام السيد المهندس E. Staedtler (كولن StUA) بتجهيز عدد من الصور، وتم تقويم الفصل الهندسي التقنـــي من وجهة نظر الممارسين العاملين في الشركات التنفيذية، إذ أننـــي وجه لهم الشكر الجزيل على ما قاموا به.

Essen, im Januar 2001 Univ, Prof. Dr.- Ing. habil. H. PATT

Autoren

Univ. Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Bechteler
Lehrstuhl für Hydrologie und Hydromechanik, Institut für Wasserwesen
Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39
85577 Neubiberg

Prof. Dr.-Ing. Hansjörg Brombach
Fa. Umwelt- und Fluid-Technik (UFT), Steinstr. 7, 97980 Bad Mergentheim

Univ. Prof. Dr.-Ing. Rolf Dillmann
Institut für Bauphysik und Materialwissenschaften, Universität Essen, Universitätsstr. 15,
45117 Essen

Assessor Klaus-Dieter Fröhlich
Institut für das Recht der Wasser- und Entsorgungswirtschaft an der Universität Bonn,
Lennéstr. 35, 53113 Bonn

Regierungsdirektor Dr. agr. Dipl.-Ing. Peter Jürging
Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstr. 67, 80636 München

Dr.-Ing. Wolfgang Kron
Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Forschungsgruppe Geowissenschaften,
Königinstr. 107, 80791 München

Prof. Dr.-Ing. Olaf Niekamp
Hochschule Wismar, Philip-Müller-Str., 23966 Wismar

Dr.-Ing. Marinko Nujić
Ingenieurbüro Nujić, Pfarrer-Birnkammer-Str. 8b, 85577 Kolbermoor

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Patt
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Universität Essen, Universitätsstr. 15,
45117 Essen

Univ. Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien
Institut für Grundbau und Bodenmechanik, Universität Essen, Universitätsstr. 15,
45117 Essen

Präsident Dr.-Ing. Karl-Heinz Rother
Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, 55276 Oppenheim

Prof. Dr.-Ing. Günter Vogel
Hochschule Wismar, Philip-Müller-Str., 23966 Wismar

Reinhard Vogt
Stadt Köln, Amt für Stadtentwässerung, Willy-Brandt-Platz 2, 50679 Köln

المؤلفون

الأستاذ الدكتور المهندس ويليام بيشتلر

أستاذ ذو كرسي للهيدرولوجيا والهيدروليك، معهد المياه جامعة الدفاع الاتحادي ميونخ، طريق فيرنر هايسنبرغ 39 نيوبيبرغ 85577

الأستاذ الدكتور المهندس هانسيورغ بروماخ

كلية تقانة البيئة والسوائل (UFT)، شارع شتاين 7 باد ميرجنتهايم 977980

الأستاذ الدكتور المهندس رولف ديلمان

معهد فيزياء البناء وعلوم المواد، جامعة ايسن، شارع الجامعة 15، ايسن 45117

المعيد كلاوس ديتر فروليش

معهد قانون الموارد المائية ومكبات النفايات في جامعة بون، شارع لينيه 35، بون 53113

المدير الحكومي الدكتور الزراعي الدبلوم المهندس بيتر يورغن

مديرية بافاريا للموارد المائية، شارع لازاريت 67، ميونخ 80636

الدكتور المهندس فولفغانغ كرون

جمعية التأمين المضاعف في ميونخ، مجموعة العلوم الجيولوجية البحثية، شارع الملك 107، ميونخ 80791

الأستاذ الدكتور المهندس أولف نايكامب

المعهد العالي في فيسمر، شارع فيليب مولر، فيسمر 23966

الدكتور المهندس مارينكو نوجيك

مكتب نوجيك الهندسي، شارع الخوري بيرنكمر 8b، كولبرمور 85577

الأستاذ الجامعي الدكتور المهندس هاينس بات

معهد المنشآت والموارد المائية، جامعة ايسن، شارع الجامعة 15، ايسن 45117

الأستاذ الجامعي الدكتور المهندس فيرنر ريشفين

معهد المنشآت المطمورة وميكانيك التربة، جامعة ايسن، شارع الجامعة 15، ايسن 45117

الرئيس الدكتور المهندس هاينس روثر
مديرية حماية البيئة والإشراف الفنـــي راينلاند بفالس، أوبنهايم
الأستاذ الدكتور المهندس غونتر فوغكل
المعهد العالي في فيسمر، شارع فيليب مولر، فيسمر 23966
راينهارد فوغت
مدينة كولن، مصلحة الصرف الصحي للمدينة، ساحة فيليبرانت 2، كولن 50679

الفهرس

1 تمهيــــــــد 1

2 إرشادات الاستخدام.. 5

1.2 تحسين حجز المياه 5

2.2 التعاون الإقليمي لحل مشاكل المجاري المائية 6

3.2 أنواع الفيضانات.. 7

4.2 التنبؤ بالفيضانات، أزمنة الإنذار المبكر.................................. 8

5.2 حجم المجاري المائية، الأهمية الاقتصادية 10

6.2 تعليمات في إطار المياه الأوروبية (EU-WRRL)......................... 11

3 الأسس الهيدرولوجية 13

1.3 الفيضان - حدث طبيعي أو منتج بشري.................................. 13

2.3 أسس المعطيات 14

1.2.3 الحوض الساكب.. 16

2.2.3 الهطول.. 17

1.2.2.3 شبكة القياس.. 17

2.2.2.3 الهطول لمنطقة ما (الهطول على مساحة ما) 18

3.2.2.3 ارتفاعات الهطول 19

3.2.3 التخزين المحلي.. 21

1.3.2.3 أوساط التخزين.. 22

2.3.2.3 معامل الجريان.. 24

4.2.3 الفيضان.. 26

1.4.2.3 مناسيب المياه 26

2.4.2.3 مساحات الغمر 26
3.4.2.3 تصاريف الفيضان 27
3.3 حساب تصاريف الفيضان 28
1.3.3 إحصاء تصاريف الفيضان 29
1.1.3.3 نزعة للفيضان 29
2.1.3.3 احتمال الفيضان 32
2.3.3 حساب تصاريف الفيضان من الهطول 36
1.2.3.3 تشكيل وتركيز الجريان 36
2.2.3.3 نمذجة الصندوق الأسود 36
3.2.3.3 النمذجة التفصيلية للمساحات 39
3.3.3 انتقال أمواج الفيضان في المجاري المائية 51
1.3.3.3 طريقة مسكنغهام Muskingum 51
2.3.3.3 طريقة كالينين – ميلياكوف Kalinin-Miljukov-Method 53
4.3.3 نماذج الهطول – التصريف المركبة 55
5.3.3 التعميم الإقليمي 56
1.5.3.3 تصاريف الفيضان باحتمال محدد 56
2.5.3.3 التصاريف الأعظمية 58
3.5.3.3 منحنيات الفيضان 61
4.3 توجيهات للاستخدام 61
1.4.3 الأمان والخطر 62
2.4.3 التنبؤ بالفيضان 63
1.2.4.3 طرق التنبؤ 64
2.2.4.3 قبول التنبؤ 66
3.4.3 إدارة الفيضان و إدارة مساحات الفيضان 66

4 الأسس الهيدروليكية والإنشائية المائية 69
1.4 الخواص الفيزيائية الأساسية 69
2.4 الماء الساكن.. 69
1.2.4 الضغط الهيدروستاتيكي 72
2.2.4 قوى ضغط الماء 73
1.2.2.4 ضغط الماء على قاع مستوي.. 73
2.2.2.4 ضغط الماء على السطوح الجانبية المستوية 76
3.2.2.4 ضغط الماء على سطوح جانبية مستوية مائلة 80
4.2.2.4 قوة ضغط الماء على السطوح الجانبية المنحنية 85
3.4 الماء الجاري 88
1.3.4 علاقة الاستمرار 88
2.3.4 علاقة برنولي 89
1.2.3.4 الجريانات غير المستقرة والمستقرة 90
2.2.3.4 الجريانات أحادية ومتعددة الأبعاد.. 90
3.2.3.4 الجريانات المستقرة أحادية البعد.. 91
4.2.3.4 اعتبار فواقد الجريان.. 92
5.2.3.4 علاقة الضغط القطرية.. 95
3.3.4 علاقة كمية الحركة 97
4.3.4 قوى الضغط الناجمة عن جريانات الماء 99
1.4.3.4 الجريانات في الأنابيب.. 99
2.4.3.4 الجريانات في القنوات المكشوفة 100
4.4 حساب التصريف.. 104
1.4.4 الجريانات في الأنابيب.. 105
1.1.4.4 الفواقد الطولية 105
2.1.4.4 الفواقد المحلية.. 108

2.4.4	الجريانات في القنوات المكشوفة	112
1.2.4.4	قانون الجريان العام	112
2.2.4.4	علاقة مانيننغ – شتركلر للجريان	114
3.2.4.4	مقاطع الجريان الملائمة هيدروليكياً	115
4.2.4.4	ملاحظات عن ارتفاع الطاقة	116
5.2.4.4	الفواقد المركزة المحلية	122
5.4	منشآت المراقبة	127
1.5.4	الجريان من الفتحات	128
1.1.5.4	التصريف الحر	128
2.1.5.4	التصريف المغمور	129
2.5.4	منشآت التصريف الهادر	129
1.2.5.4	الجريان الهادر الكامل	130
2.2.5.4	الجريان الهادر غير الكامل	130
3.2.5.4	أشكال الهدارات	132
3.5.4	الهدارات الجانبية	132
4.5.4	العبارات والمجاري الأنبوبية	135
1.4.5.4	إرشادات تصميمية	135
2.4.5.4	التصميم الهيدروليكي	136
6.4	نقل المواد الصلبة – قاع المجاري المائية	137
1.6.4	نقل المواد الصلبة	138
1.1.6.4	المواد المنقولة	138
2.1.6.4	بدء الحركة	140
3.1.6.4	الأجسام المنقولة	144
4.1.6.4	علاقات نقل المواد الصلبة	144
2.6.4	نقل الرواسب ومناسيب قاع المجرى المائي	147

1.2.6.4 التعميق أو الحفر أو الترسيب في قاع المجرى 148
2.2.6.4 إمكانيات التأثير 150
3.2.6.4 تقييم الترسيب هيدروليكياً 151
3.6.4 الحفر المحلية 151
1.3.6.4 أنواع الحفر 152
2.3.6.4 الحفر المحلية الطبيعية 153
3.3.6.4 الحفر في التضايقات.. 155
4.3.6.4 الحفر عند المنشآت المستقلة 157
7.4 منشآت الضخ 168
1.7.4 أجزاء المنشأة 169
2.7.4 أنواع المضخات.. 170
1.2.7.4 تركيب المضخات وتشغيلها 170
2.2.7.4 المضخات الدوارة.. 171
3.2.7.4 مضخات الإزاحة.. 171
3.7.4 المنحنيات المميزة 172
1.3.7.4 المنحنـــي Q-h، المردود 172
2.3.7.4 نقطة التشغيل 173
3.3.7.4 تشغيل عدة مضخات 176
4.3.7.4 التحكم بالمضخات.. 177
4.7.4 معايير الاختيار 179
8.4 تحديد منحنيات السطح المائي....................................... 182
1.8.4 الأسس النظرية لحساب منحنيات منسوب الماء.................... 183
1.1.8.4 علاقات الماء الضحل (FWG) 183
2.1.8.4 طرق الحل العددية 187
3.1.8.4 طرق الجريان المستقر غير المنتظم أحادي البعد 187

4.1.8.4 طرق الجريان غير المستقر 190
2.8.4 مثال لاستخدام نموذج محاكاة ذا بعدين 193
1.2.8.4 المعطيات الأساسية وعملية التقسيم 194
2.2.8.4 وصف مختصر لنموذج المحاكاة ذي البعدين FLOODSIM 196
3.2.8.4 النتائج المميزة 197
3.8.4 التوجهات المستقبلية 199
5 الأسس الجيوتكنيكية والهيدروجيولوجية 201
1.5 أنواع الترب ومواصفاتها الهامة 201
2.5 تقسيم أنواع الترب 202
3.5 مواصفات الترب 205
1.3.5 الكثافة، المسامية، المحتوى المائي والوزن النوعي 205
2.3.5 التوضع الأكثر كثافة والأكثر تفككاً، كثافة التوضع (الكثافة الخام) .. 207
3.3.5 القوام (التماسك) 208
4.3.5 النفاذية المائية 209
5.3.5 المواصفات الميكانيكية للترب 210
6.3.5 أصناف التربة 211
7.3.5 قيم الخبرة لمواصفات التربة وعلاقاتها المتبادلة 214
4.5 الماء والجريانات ضمن التربة 215
1.4.5 تعاريف (DIN 4021) 215
2.4.5 دخول ماء الهطول إلى التربة 217
3.4.5 مرور الماء ضمن التربة 218
4.4.5 حركة المياه الجوفية 219
1.4.4.5 المعادلة التفاضلية لحركة المياه الجوفية 219
2.4.4.5 شبكات الجريان والشروط الطرفية 221
3.4.4.5 كميات الماء 222

5.5 قوى الجريان 223

1.5.5 ضغط الماء وضغط الماء الزائد، ضغط الماء على القاع وقوى الرفع 223

2.5.5 إدخال ضغط الماء والضغط الزائد للماء في حساب أمان الاستقرار ... 225

6.5 تأثير الماء الجوفي على قوام التربة 229

1.6.5 جرف المواد الناعمة وترسيبها والحت الداخلي ضمن التربة........ 229

2.6.5 الحت التراجعي (المرتد) 231

3.6.5 الحت على حدود المنشآت والحت التماسي........................ 232

4.6.5 الانهيار القاعدي الهيدروليكي وانهيار التربة.......................... 234

6 الأسس التكنولوجية لمواد الانشاء 237

1.6 البيتون 238

1.1.6 النقل الرطب 239

2.1.6 نفاذية الماء 241

3.1.6 تشكل الشقوق 242

1.3.1.6 تشكل الشقوق نتيجة لانطلاق حرارة الهدرجة 244

2.3.1.6 انكماش الجفاف 245

4.1.6 الاجهادات المؤثرة على البيتون.. 246

1.4.1.6 القوى الناجمة عن التجمد.. 246

2.4.1.6 القوى الناجمة عن التجوية.. 246

5.1.6 المتطلبات من البيتون حسب الكودات الناظمة.................... 247

2.6 البيتومين والإسفلت.. 249

1.2.6 البيتومين 249

1.1.2.6 قساوة البيتومين 250

2.1.2.6 سلوك التشوه 250

2.2.6 الإسفلت.. 251

1.2.2.6 الإسفلت المسكوب 252

2.2.2.6 البيتون الإسفلتي 252
3.2.6 لفائف البيتومين 253
3.6 ملاط البناء والطينة 254
1.3.6 ملاط البناء 254
2.3.6 ملاط الطينة 256
4.6 المنشآت الجدارية الحجرية الطبيعية 256
5.6 الألمنيوم 258
1.5.6 المواصفات 258
2.5.6 التصنيع 260
6.6 الفولاذ 260
7.6 الخشب 263
8.6 مواد البلاستيك 266
7 تدابير الحماية من الفيضان 269
1.7 تأمين المنشآت 270
1.1.7 إرشادات عامة 270
1.1.1.7 ضمان الحماية من الفيضان (أهداف الحماية) 271
2.1.1.7 بناء المدينة، تأمين قضاء أوقات الراحة والاستجمام 271
3.1.1.7 حماية الآثار والتماثيل 272
4.1.1.7 تخطيط إدارة عملية الإنشاء 272
5.1.1.7 التشكيل شبه الطبيعي والتحسين الايكولوجي (البيئي) للمجاري المائية 274
6.1.1.7 تشجيع القبول للإجراءات من خلال مشاركة المواطنين 276
2.1.7 تخزين المياه ومقدرة التصريف 276
1.2.1.7 تحسين تخزين المياه 277
2.2.1.7 زيادة استطاعة التصريف 282

3.2.1.7 تخفيف تصريف المجرى المائي (التحويلات، الوصلات، تقسيم الجريان) 286
4.2.1.7 تأثير وتقييم التدابير على المجرى المائي 291
5.2.1.7 حجم التغيرات الناجمة عن التدابير 294
6.2.1.7 البراهين الحسابية 295
7.2.1.7 منحنيات الحماية من الفيضان ومنسوب الماء التصميمي 297
8.2.1.7 ربط المجاري المائية الثانوية 301
3.1.7 سدات الحماية من الفيضان 302
1.3.1.7 رصيف السدة وارتفاعاتها 303
2.3.1.7 مقطع السدة 305
3.3.1.7 برك الفيضان (Polder) 308
4.3.1.7 حماية الجوانب 309
5.3.1.7 تثبيت الجانب المائي من السدة 310
6.3.1.7 الأجزاء المعرضة للغمر 311
7.3.1.7 المنشآت في السدة 312
8.3.1.7 مناطق الحماية 313
9.3.1.7 متطلبات أساس ومواد بناء السدة 313
10.3.1.7 أمان السدة 316
11.3.1.7 السوفوزيون (الجرف الداخلي للذرات الناعمة) والايروزيون (الحت) 320
12.3.1.7 تقوية السدة 322
13.3.1.7 صيانة السدة 325
14.3.1.7 نشوء أضرار السدة 326
4.1.7 جدران الحماية من الفيضان 330
1.4.1.7 الأشكال الإنشائية 330

2.4.1.7 ارتفاع الحماية اللازم 332
3.4.1.7 تقدير الحمولة 335
4.4.1.7 القواعد التصميمية 338
5.1.7 المنشآت المتحركة- الجاهزة للحماية من الفيضان.................. 341
1.5.1.7 جدران وبوابات 441
2.5.1.7 الجدران الجاهزة للحماية من الفيضان (القابلة للتركيب) 343
3.5.1.7 أنظمة العوارض السدية 346
4.5.1.7 سدات أكياس الرمل.. 349
5.5.1.7 أنظمة السدات الجاهزة أو الأنظمة البديلة عن أكياس الرمل 351
6.5.1.7 إرشادات لاختيار نظام حماية من الفيضان 354
6.1.7 تدابير الحماية ضد المياه الجوفية.. 358
1.6.1.7 ارتفاعات منسوب المياه الجوفية.. 358
2.6.1.7 مصارف المياه الجوفية 359
3.6.1.7 منشآت السدات الخلفية 360
4.6.1.7 الحماية من مياه الصرف 361
5.6.1.7 نوعية المياه الجوفية والتدابير الاحتياطية ضد التلوث................ 365
7.1.7 الاحتياطات في شبكة الصرف الصحي 365
1.7.1.7 مواقع الاتصال بين صرف المدينة والمجاري المائية 366
2.7.1.7 نوعا الفيضان في صرف المدينة.. 368
3.7.1.7 إرشادات للتصميم الهيدروليكي لشبكة الصرف الصحي 370
4.7.1.7 التدابير ضد الفيضان والتحميل الزائد لنظام الصرف الصحي في حالات الهطول الشديدة 371
5.7.1.7 إجراءات منع دخول مياه الفيضان إلى منظومة الصرف الصحي ... 377
8.1.7 حماية الأبنية من الفيضان.. 391
1.8.1.7 مناطق الأقبية المحمية من الفيضان.. 393

2.8.1.7 التصميم البيتونـــي غير النفوذ للماء 393
3.8.1.7 تدابير الحماية من الماء السطحي 406
4.8.17 التدابير الاحتياطية ضد الفيضان في الأبنية 412
9.1.7 مراحل سير عملية التخطيط 419
1.9.1.7 مراحل التخطيط 419
2.9.1.7 إدارة الخطر (الأزمات) 419
3.9.1.7 التكلفة- المنفعة - التوجهات 425
2.7 تأمين وتنظيم طريقة الحماية 430
1.2.7 القوى العاملة 431
1.1.2.7 هيكلية القوى البشرية المستخدمة وتوزيع مهامها 431
2.2.2.7 توفر ومستوى التأهيل للقوى البشرية المستخدمة 438
2.2.7 تنظيم العمليات والقيادة 440
1.2.2.7 تنظيم العمليات 441
2.2.2.7 تنظيم القيادة 441
3.2.2.7 عملية القيادة 442
4.2.2.7 تعليمات الفيضان، تعليمات الحماية من الكوارث 444
5.2.2.7 إنذار القوى البشرية المستخدمة 447
6.2.2.7 خدمة الإنذار من الفيضان، خدمة تدوين الفيضان 448
7.2.2.7 العمليات أثناء الفيضان- العمليات الروتينية، العمليات الخاصة 451
8.2.2.7 تحضير التجهيزات 453
9.2.2.7 تأمين عملية التنظيم والتصرف للمتضررين من الفيضان 456
10.2.2.7 رعاية المتضررين من الفيضان والمشاركين في عمليات الإنقاذ 460
3.2.7 عمل الأوساط الإعلامية 461
1.3.2.7 عناصر المعلومات العامة عن الفيضان والمركبات التربوية
البيئية العامة 461

2.3.2.7 العمل الإعلامي – المركز الإعلامي 462
3.3.2.7 إعلام ومحاورة القاطنين حول الأنهار 462
3.7 إدارة التدابير 463
1.3.7 محطات قياس الفيضان 463
2.3.7 إيجاد القرار في مركز الحماية من الفيضان 463
3.3.7 التدابير الروتينية 465
1.3.3.7 قبل الفيضان 466
2.3.3.7 أثناء الفيضان 469
3.3.3.7 بعد الفيضان 472
4.3.7 أعمال الضخ – الدفاع عن السدات 473
1.4.3.7 أعمال الضخ من المباني 473
2.4.3.7 الدفاع عن السدات 475
5.3.7 مقترحات التحسين العامة 480
8 أوجه العناية بالطبيعية أثناء الفيضان 487
1.8 المجاري المائية الطبيعية 487
1.1.8 عناصر النظام الايكولوجي الديناميكي 488
1.1.1.8 حادثة الجريان 489
2.1.1.8 موازنة المواد الصلبة 489
3.1.1.8 المورفولوجيا 490
4.1.1.8 نوعية المياه 490
5.1.1.8 حركة الإسكان 491
6.1.1.8 عناصر النظام الايكولوجي والفيضان 491
2.1.8 العوامل الناتجة عن الأحياء 492
1.2.1.8 سلسلة التغذية 492
2.2.1.8 التشكيلات العضوية 493

3.2.1.8 الشمولية الايكولوجية (استمرار المجاري المائية) 494
3.1.8 صورة الطبيعة وقيمة الحدث 494
2.8 المجاري المائية المحسنة 495
1.2.8 عناصر النظام الايكولوجي في المجاري المائية في المناطق المأهولة...... 496
2.2.8 العوامل البيولوجية 499
3.2.8 الصيانة 500
4.2.8 صورة المكان وقيمته السياحية 504
3.8 الأوساط الحيوية الجزئية للمجاري المائية الواقعة في المناطق المأهولة... 505
4.8 منظر المدينة، الراحة والاستجمام.................................. 506
5.8 العناية بالمجرى المائي وتطويره 509
1.5.8 تجديد الحيوية لتحسين الوسط الحيوي المتوفر 511
1.1.5.8 الماء الجاري الحر 512
2.1.5.8 قاع المجرى المائي... 513
3.1.5.8 الضفاف وأحزمة الضفاف 515
4.1.5.8 السدات.. 518
5.1.5.8 الجداول الجانبية (الثانوية)...................................... 519
6.1.5.8 المجاري المائية الكلية 520
2.5.8 قنوات تخفيف الفيضان.. 522
6.8 العناية بالمجاري المائية وصيانتها 524
1.6.8 طرق الصيانة الميكانيكية 526
1.1.6.8 الحصاد.. 526
2.1.6.8 التعشيب 527
3.1.6.8 التعزيل... 527
2.6.8 طرق الصيانة البيولوجية.. 529
2.1.6.8 تربية الأغنام.. 529

2.2.6.8 النباتات شديدة المنافسة 529
3.6.8 العناية بالغابات 530
9 أضرار الفيضان 533
1.9 تقدير أخطار الفيضان 533
2.9 قيم أضرار الفيضان 534
1.2.9 تخطيط أشكال الاستغلال وأضرار الفيضان 537
2.2.9 تشكيل توابع منسوب الماء – الأضرار 540
3.2.9 تقدير قيم الضرر 544
3.9 اختبار التكلفة — المنفعة 545
1.3.9 الأسس الرياضية المالية 548
2.3.9 التقييم الاقتصادي 552
10 التأمين ضد أضرار الفيضان 555
1.10 الأضرار وقيمتها 555
2.10 أنواع حوادث الغمر 558
3.10 أسباب تزايد أضرار الغمر 562
1.3.10 الشروط المحيطة بالسياسة السكانية 563
2.3.10 سلوك المتضررين 566
3.3.10 زيادة القيم المادية 567
4.3.10 وعي الخطر الموضوعي 568
4.10 التضامن ضد الخطر بين الدولة والمتضررين ومؤسسات التأمين 569
1.4.10 الدولة 569
2.4.10 المتضررون 573
3.4.10 أشكال التأمين 576
5.10 مشكلة الاختيار المعاكس 579
6.10 مكونات الأقساط وحسابها 581

7.10 الحفاظ الذاتـــي 586
8.10 نماذج لتحديد مناطق الأضرار 589
1.8.10 نظام التقسيم إلى مناطق خلال حوادث غمر الأنهار 591
2.8.10 تحديد مناطق الهطولات العاصفة ومناطق السيول المفاجئة 593
9.10 مشكلة الجمع (التزامن) 595
1.9.10 نموذج لتحليل تزامن الغمر 596
2.9.10 مناطق الضرر المتزامن في ألمانيا 597
10.10 تنظيم الأضرار 600
11.10 تحاليل الأضرار 602
12.10 بنوك معلومات الأضرار 604
13.10 التأمين ضد الغمر في البلدان الأخرى 605
1.13.10 فرنسا 607
2.13.10 سويسرا 607
3.13.10 الولايات المتحدة الأمريكية 608
11 الأسس القانونية للحماية من الفيضان 611
1.11 الحماية الوقائية من الفيضان 611
1.1.11 الحماية من الفيضان والتخطيط المحلي 612
2.1.11 الحماية من الفيضان وتخطيط إدارة المنشآت 616
1.2.1.11 الحماية من الفيضان في خطة استخدام المساحات 618
2.2.1.11 الحماية من الفيضان في تخطيط المنشآت 618
3.1.11 الحماية من الفيضان في قانون تنظيم البناء 622
1.3.1.11 الحماية من الفيضان على أساس الشروط العامة لقانون تنظيم البناء.... 622
2.3.1.11 بنود دعم لإجراءات الحماية من الفيضان 622
3.3.1.11 إمكانية وواجب تسريب مياه الأمطار حسب قانون تنظيم البناء ... 623
4.1.11 الحماية من الفيضان ومنشآت النقل 625

5.1.11 وسائل تشريع المياه للحماية من الفيضان 627
1.5.1.11 تحديد مناطق الغمر 627
2.5.1.11 وجوب التعويضات الناجمة عن تصريف الفيضان 633
3.1.5.1.11 تحسين المجاري المائية ومنشآت السدات والسدود 634
4.5.1.11 التصريف غير المركزي لمياه الأمطار 635
6.1.11 قانون حماية التربة والحماية من الفيضان 636
2.11 مقاومة الفيضان (درء الفيضان) 637
1.2.11 مراكز تسجيل الفيضان، مراكز الإنذار من الفيضان 638
2.2.11 التعليمات الحقوقية المائية الخاصة لمقاومة الفيضان 638
3.2.11 الترتيبات الحقوقية العامة لدرء الفيضان الأخطار 639
1.3.2.11 قانون الحماية من الحريق وتقديم المساعدة 639
2.3.2.11 قانون الشرطة 640
3.11 العناية اللاحقة للفيضانات 641
المراجع 643
نورمات DIN 661
النورمات الحقوقية 669
الرموز المستخدمة في الكتاب 671
الاختصارات المستخدمة في الكتاب 683
مصدر الصور 689
قاموس المصطلحات العلمية المستخدمة 691

1. تمهيـــد

HEINZ PATT

"ما زال الناس يقتربون بسكنهم من الأنهار على الرغم من تكرار حوادث الفيضانات في هذه الأنهار". هذا اقتباس من مجلة "الزمن" الصادرة في 1 أغسطس /آب/ 1997. يمكن أن يبدو هذا إنذارا عاديا تافها، لكنه يلامس أهم ناحيتين في مسألة الفيضان.

مساهمة الهطول في حوادث الفيضان: الفيضانات هي أجزاء من دورة المياه الطبيعية ولذلك لا يمكن تجنبها. في بداية حادثة الهطول يحتجز الماء على النباتات وعلى سطح التربة. ومع دوام الهطول يتسرب جزء من الماء حتـــى يصل إلى الطبقة الحاملة للمياه الجوفية، وبنفس الوقت يزيد الجريان السطحي. وكلا الجزأين يقودان إلى زيادة منسوب الماء (الفيضان)، ومع استمرار المطر وعندما تنفذ إمكانيات احتجاز الماء الطبيعية على النباتات وعندما تتشبع التربة بالماء يجري الجزء الأكبر من الهطول على سطح التربة، وينشأ الفيضان الحدي المتعارف على تسميته "الفيضان المئوي" من التقاء غير مناسب لجريان سطحي بظروف متوافقة مثل حالات من المطر الغزير على مساحة من التربة المشبعة.

يفيض الماء على جوانب معظم أنواع الأنهار الطبيعية مع زيادة الجريان وبذلك تكبر مقاطع الجريان وتنقص سرعته، وتقود إعاقة الجريان المرتبطة بذلك إلى حجز مؤقت للمياه على الجوانب بحيث أن مناسيب المياه في المقاطع التالية للجريان تكون أقل، وعندما تكون المساحات المغمورة خارجة عن الاستخدام لا تنشأ سوى أضرار قليلة من الفيضان باعتبار أنه لا توجد منشآت تذكر قد تتعرض للضرر في هذه المساحات.

يؤثر الإنسان في دورة المياه الطبيعية وبالتالي في حوادث الجريان بعدة اتجاهات، تتلخص في المؤثرات البشرية على المناخ، واستخدام المجاري المائية والمناطق القريبة من المجاري المائية وأحواضها الساكبة. ويتم تغيير المجاري المائية للاستخدام الأمثل لها، حيث تتغير بار مترات الموازنة المائية كثيرا بتأثير الإنسان مثل شدة الهطول وتوزيعه وتسرب وتخزين المياه والجريان

السطحي، وهذا يقود إلى ضرورة ملاءمة عناصر التخطيط الهامة لاستثمار المياه مع المعطيات المتغيرة المذكورة أعلاه، من هذه العناصر مجال القيم الكاملة للجريان وقيمه الحدية واحتمال ظهورها، حيث تتأثر نتيجة لذلك أسس التخطيط وتقديرات الخطر المبنية عليها.

استخدامات المناطق القريبة من المجاري المائية: لأسباب عديدة اقتربت التجمعات السكنية ومنشآت استثمار المياه من المجاري المائية في الماضي، حيث أحدثت ظروف الاستخدام أول التغييرات في المجاري المائية، وهنا يمكن ذكر التغييرات على مسار المجرى (المسار ،المقاطع الطولية والعرضية، تحسين سرير المجرى) بشكل خاص وإنشاء الطرق المائية واستغلال الطاقة المائية.

لقد ارتفعت استطاعة المقاطع بعد تحسين المجاري المائية بحيث أصبحت الفيضانات الصغيرة التـــي كانت في الماضي تسبب أضرارا تمر الآن بدون ضرر، وتقود عملية حصر الأضرار إلى توسيع وتكثيف الاستثمار الذي يجب أن نكفل سلامته عبر إجراءات حماية ضرورية من الفيضانات.

بيد أن تأثير إجراءات الحماية والتحسين والتشذيب يبقى محدوداً، حيث عند الفيضانات الحدية يزداد الخطر الناجم عنها، وتكون هذه الأضرار كبيرة وغير متساوية باعتبار أنه تتواجد في المناطق المهددة بالغمر الناجم عن الفيضانات مساحات تحتوي على ممتلكات عديدة ذات قيمة كان يظن أنها في أمان من الفيضانات.

ولكن قد يظهر تشذيب الأنهار تأثيرات سلبية في حوادث الفيضانات الصغيرة. ففي حالة تقصير مسار المجرى وتحديد مقطعه (حواجز على الجوانب، رصف القعر) تزداد سرعات الجريان وبالتالي قدرته على نقل المواد الصلبة، وهذا يمكن أن يقود في تلك المناطق إلى تعميق قاع المجرى وإلى مشاكل في استقرار جوانب هذا المجرى، حيث تنقل المواد الناجمة عن هذه العملية من مكانها وتترسب في أماكن أخرى وترفع من منسوب قاع المجرى في مناطق الترسيب، وبالتالي تقود إلى تخفيض ميل قاع المجرى ومقطع الجريان وإنقاص استطاعة التصريف في هذا المجال.

يظهر العديد من المشاكل أثناء عمل شبكة الصرف الصحي عندما تغمر بمياه الفيضان الداخلة إليها، وهذا لا يقود فقط إلى خروج المياه إلى آبار شبكة الصرف الصحي (غرف

التفتيش) غير الأمينة وانما إلى الإضرار بعمل شبكة الصرف الصحي ومحطات المعالجة الموصولة بها، حيث لا يجري الماء المعالج على الغالب إلى المجرى المائي بالميل الطبيعي بسبب ارتفاع منسوب الماء فيه؛ لذلك يصبح من الضروري وجود أحواض تخزين أو برك لتخرين المياه الخارجة من المحطات لفترة مؤقتة أو استخدام مضخات خاصة لرفع هذه المياه إلى المجرى المائي أو قنوات تقع في مناطق أعلى.

وباعتبار أنه أثناء الفيضان ترتفع مناسيب المياه الجوفية كنتيجة لارتفاع مناسيب المياه في المجاري المائية بفعل الفيضان لذا يمكن أن تظهر هذه المياه على سطح التربة بعيدا عن المجاري المائية وخلف حدود الحماية من الفيضان وتسبب الغمر وارباكات هيدروليكية حادة. خلال الحماية من الفيضان يجب الأخذ بالاعتبار أن ارتفاعات منسوب المياه الجوفية تحصل ببطء شديد مقارنة بمنسوب الماء في المجاري المائية المجاورة ولكن توجد إعاقة كبيرة في انخفاضها مرة أخرى. أثناء التخطيط يجب أن تؤخذ دوما المجاري المائية القديمة بعين الاعتبار كون هذه المناطق قد تضررت بشكل خاص سابقا، وهذا يرتبط بوجود طبقات حاملة للمياه الجوفية جيدة وبمنسوب المجرى المائي القديم.

عند غمر المناطق المستثمرة تصبح جميع أقسام البناء المتواجدة عرضة للماء مباشرة حيث تنتشر الرطوبة وكذلك البلل بسرعة. إن معرفة تأثيرات المياه على مختلف مواد البناء تقود إلى اقتراحات عن مواد البناء المناسبة في المناطق المهددة بالفيضان وعن التصاميم الإنشائية الواجب عملها لحماية العناصر ومواد البناء بشكل دائم من الفيضان.

تخطيط الحماية من الفيضان: مما تقدم من شروح عن نتائج استثمار المناطق القريبة من المجاري المائية يتضح لنا تشعب المشاكل التـــي عملها الإنسان باستغلاله لمناطق الغمر الطبيعية للمجاري المائية. وعلى اعتبار أن أخطاء كثيرة وقعت في الماضي لا يمكن إصلاحها لاحقا يجب اليوم محاولة إيجاد حلول مثالية للحماية بالإمكانيات المتاحة للإنشاء. وأثناء التخطيط يجب ألا يتم فقط إيضاح الأسئلة المتعلقة بالتقنية واستغلال المياه الطبيعية وانما أيضا مراعاة التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. بذلك يلعب ربط السكان القاطنين بالقرب من الأنهار والمعرضين للفيضان في عملية اتخاذ القرار دوراً حاسماً.

إن الاستخدامات العديدة للمناطق القريبة من الأنهار ومتطلباتها من المجاري تعيق على الغالب التخطيط وتجعل الحماية من الفيضان غالية الثمن بحيث تصل بسرعة إلى الحدود القصوى. بمراعاة جميع الشروط السابقة يحدد منسوب الماء الاعتباري للتخطيط. عند هذا المنسوب تقاس في حالة الضرر جميع الإجراءات المنجزة. تكون الحماية من الفيضان قد خططت بشكل جيد عندما لا تقع أضرار نهائيا أو عندما تقع أضرار بسيطة ويكون سيئا عندما تكون الأضرار كبيرة.

تتمثل أمنية المعرضين للفيضان بزيادة الأمان والطلب بتحسين منشآت الحماية. لكن من الخطأ إنجاز الحماية من الفيضان عبر الوسائل الإنشائية فقط، لكون الواقع يبيّن انه لا يمكن الوصول إلى حماية مطلقة أبدا. إن الوسائل المحسنة للحماية تعطي اطمئنانا وهميا أكثر وتقلل من الشعور بالخطر للقاطنين بجانب الأنهار.

2. إرشادات الاستخدام

HEINZ PATT

يحتوي هذا الكتاب الموضوع بين أيديكم معلومات عن نشوء وتأثيرات الفيضانات وإرشادات عن الحماية من أضرارها، تعالج الفصول المواضيع المطروحة والتـــي لها أهمية كبرى في التخطيط العملي للحماية من الفيضانات. عولجت بعض المواضيع باقتضاب، وبالتالي ربما لا يجد القارئ الكريم الحل لبعض الأسئلة الخاصة.

يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار بعض التوجيهات الأساسية التالية أثناء العمل في هذا الكتاب.

1.2 تحسين حجز المياه

لمناسيب المياه أهمية كبرى للحماية من الفيضان، حيث أن تخفيض هذه المناسيب ولو لبضع سنتمترات يجب أن يكون له أولوية كبيرة دوماً، ولهذه الغاية تناسب بشكل خاص وسائل تخزين المياه في الأراضي المجاورة التـــي يمكن أن تكون بالدرجة الأولى:

- إجراءات صيانة وإعادة ربط المناطق المغمورة على المجرى المائي (بناء سدات، حماية مناطق الغمر من إجراءات بناء أخرى مستقبلاً)،
- تعزيز سعة التخزين الطبيعية للترب (تخفيض كتامة الأراضي، دعم التسرب الطبيعي للهطولات)،
- وسائل التخزين الهندسية لحجوم كبيرة (السدود، أحواض تخزين عالية، برك للفيضان)

غير أنه على الغالب لا يمكن تنفيذ مثل هذه الإجراءات الأخيرة في المناطق المأهولة والمستغلة بكثافة عالية باعتبارها تحتاج إلى مساحات واسعة.

في المناطق التـــي يستغلها الإنسان بكثافة في نشاطاته (للسكن والزراعة والصناعة والتجارة) يمكن أن تساهم الوسائل البشرية المتعلقة باستغلال الموارد المائية لتحسين تخزين المياه:

- ترك مناطق الغمر الطبيعية بدون إنشاءات أخرى،
- منع الاستغلال لهذه المناطق (استغلال بشري سكنـــي،... الخ)،
- تخفيض كتامة الأراضي،
- تسريب مياه الأمطار،
- إيجاد إمكانيات تخزين في شبكة الصرف الصحي (أحواض تخزين مياه الأمطار، قنوات تخزين،... الخ).

تساهم جميع الوسائل المذكورة بمجملها بتخفيض مناسيب المياه وترفع بذلك الأمان من الفيضانات.

2.2 التعاون الإقليمي لحل مشاكل المجاري المائية

تتشكل الفيضانات غالباً في المناطق البعيدة عن المناطق المتضررة، ويمكن السيطرة عليها فقط عندما نأخذ بالاعتبار نشوء الفيضان في الحوض الساكب، ولتخفيض مناسيب المياه في الجزء المراد حمايته من المجرى المائي المستغل بشدة يكون ضرورياً مثلاً التخطيط لإنشاء حجوم تخزين في الأجزاء الواقعة في أعلى المجرى المائي.

على اعتبار أن هذه الإجراءات تتم على المساحات التـــي يقطنها السكان في المناطق الواقعة أعلى النهر، فمن الضروري إجراء مشاورات وتعاون يتجاوز حدود المنطقة بل والدولة.

تعاون دولي في الحماية من الفيضانات يمكن أن يشمل المجالات الآتية:

- الحصول على نظام فعّال للتنبؤ بالفيضان،
- إنشاء نظام إنذار من الفيضان،
- تبادل المعلومات والبيانات،
- تأهيل مشترك للقوى العاملة،

- تبادل منتظم للخبرة،
- تحضير التجهيزات والعاملين،
- تنظيم عمل السدود وأحواض التخزين لمياه الفيضان وبرك الفيضان... وغيرها،
- التمويل المشترك للإجراءات المطبقة،
- دعم في تطبيق هذه الإجراءات على المستوى السياسي.

ويمكن القول أن المصاريف المالية لحماية مدينة من الفيضانات والتـــي تستخدم لتشييد إجراءات حماية من هذه الفيضانات في أعلى المجرى المائي يمكن أن تكون استثماراً رابحاً.

3.2 أنواع الفيضانات

فيما يتعلق بأنواع الفيضانات يمكن التمييز بين:
- سيول مفاجئة،
- الغمر من الهطولات الغزيرة،
- سيول الأعاصير،
- الغمر الناجم عن الأنهار.

تسبب الأمطار الغزيرة في الأحواض الساكبة الصغيرة الفيضانات المفاجئة، وتنشأ موجة الفيضان بشكل مفاجئ جداً في الأحواض الساكبة ذات الميول الحادة، وعندما تكون الفيضانات ذات طاقة كبيرة تجرف معها إلى المجرى المائي الأشجار والأدغال والترب والصخور الكبيرة وتهدم جوانب المجرى أيضاً، وفي المناطق السهلية يمكن أن تؤدي الأمطار الغزيرة إلى سيول.

تظهر سيول الأعاصير على شواطئ البحار والبحيرات الكبيرة، وتنشأ عندما تقترب العواصف العاتية من الشواطئ دافعة الماء إليها بحيث يمكن أن يرتفع منسوب الماء إلى قيمة كبيرة.

تركز التوجهات في هذا الكتاب على الفيضانات في الأنهار والغمر الناجم عنها وتنشأ في العادة مما يلي:
- بعد هطولات غزيرة لمدة طويلة على حوض ساكب كبير بالعلاقة مع،

- معدل تسرب منخفض بسبب إشباع التربة بالماء أو تجمد هذه التربة.

لا تظهر فيضانات الأنهار عادة بشكل مفاجئ، ويتعلق ارتفاع مناسيب المياه في هذه الأنهار أثناء الفيضانات بحجم الحوض الساكب وخصائصه (على سبيل المثال: شكل الحوض الساكب، ظروف الميل، تركيب التربة وقوامها، ومعدّل استغلال هذا الحوض).

ويرتبط امتداد الغمر وحجمه بالتدفقات المارة (التصاريف) وبشكل واتساع أودية الأنهار والجداول وحيث أن المساحات المغمورة في الوديان الضيقة على الغالب تقتصر على المناطق القريبة من المجاري المائية، وتكون أعماق وسرعات الجريان كبيرة، بينما في الأودية الواسعة يكون الغمر بأعماق ضحلة وبسرع جريان صغيرة. إن هذه الحقائق تؤثر على عملية نقل المواد الصلبة أي ظواهر الحت والترسيب، علاوة على ذلك فان هذه الشروط يمكن أن تكون ذات أهمية كبرى في اختيار النموذج الرياضي لحساب مناسيب الماء، ويمكن أن تحسب أعماق الجريان في الأودية النهرية الضيقة بدقة كافية بنموذج رياضي ببعد واحد (وحيد البعد) بينما يكون استخدام نموذج ببعدين لحساب مناسيب الماء في مناطق الغمر الضحلة الواسعة ضرورياً.

يجب أن يكون واضحا للمصمم طبيعة نشوء حوادث الفيضانات التـي يريد أن يخطط للحماية منها، وهذا يؤثر بشكل ملحوظ على اختيار التصميم الإنشائي لمنشآت الحماية، وعلى تحديد متطلبات المنشآت المقترحة.

4.2 التنبؤ بالفيضانات، أزمنة الإنذار المبكر

يكمن فرق هام بين أنواع الفيضانات المنفردة (انظر الفقرة 3.2) وذلك من أجل الوصول إلى أزمنة الإنذار المبكر أو أزمنة رد الفعل من أجل إجراءات الحماية من الفيضانات وهذه الأزمنة الهامة هي:

- الزمن اللازم لتكوين التنبؤ بالفيضان،
- الزمن اللازم لاختيار الاستراتيجية المناسبة لتحذير السكان المهددين (إنذار الفيضان)،
- الزمن اللازم لاختيار وتصميم وإنشاء وسائل الحماية من الفيضان (تحقيق الأمان للمنشأة، وتأمين خطة سيرها وتنظيمها)،

– الزمن اللازم لتنفيذ الإجراءات في الوقت المناسب في حالة الفيضان.

التنبؤ بالفيضانات

أثناء تصميم وتنفيذ وتشغيل عملية التنبؤ بالفيضانات يجب البحث عن الوسائل التي تمكّن من الوصول إلى التنبؤ الدقيق والكافي وبالوقت المناسب عن حوادث الفيضانات وبشروط اقتصادية وواقعية، وعندما يكون الزمن اللازم للوصول إلى التصريف الحدي قصيراً جداً لا يمكن الوصول إلى تنبؤ موثوق به وبالوقت المناسب للفيضانات على السواء.

يكون الإنذار بالفيضانات المبني والمنظم على تنبؤ جيد مع إجراءات حماية عامة فعالاً فقط عندما يتجاوز زمن الإنذار المبكر 12 ساعة ولكن هذا لا يعني أنه لا توجد استثناءات حسب الحالات المعروفة للخطر وأنه في حالات خطر معروفة لا يمكن عمل كل شيء لحماية المواطنين.

كلما كان زمن الإنذار المبكر المتوصل إليه طويلاً، كلما كان التنبؤ بالفيضان أكثر فعالية ليساهم في تحسين الإنذار من الفيضان وكذلك عمليات اتخاذ القرار المبنية عليه، ومع ازدياد حجم الحوض الساكب تزداد قيمة الأضرار الممكن حدوثها بشكل كبير بحيث أن مردود التنبؤ بالفيضانات يكون جيّداً.

أزمنة الإنذار المبكر

عندما تهطل الأمطار على حوض ساكب صغير مساحته عدة هيكتارات يمكن أن تنشأ تصاريف سطحية حدية في زمن قصير، وهذا يمكن أن يكون محدوداً مكانياً ولكن بسبب الشدة والطاقة العاليتين يمكن أن يكون خطراً (سيولاً مفاجئة). وفي هذه الحالة تكون أزمنة الإنذار المبكرة في العادة غير موجودة أو قصيرة جداً لكي نتمكن من تنفيذ إجراءات الحماية (مثلاً تركيب جدران حماية من الفيضان متحركة أو ثابتة (مسبقة الصنع وقابلة للتركيب)، إنشاء سدات من أكياس الرمل أو أنظمة بديلة عن أكياس الرمل).

في حالة أزمنة الإنذار المبكرة القصيرة تنحصر إجراءات الحماية من الفيضانات في هذا الإطار على إقامة منشآت ثابتة، وهذه الأزمنة القصيرة يجب أن تؤخذ بالحسبان أثناء تنظيم وتأمين عملية الحماية في حالة الحوض الساكب بمساحة تتراوح بين 1 و10كم^2.

يبلغ الزمن حتـــى ظهور الفيضان بين عدة دقائق وعدة ساعات، وفي هذه الحالة تؤثر المساحات الكتيمة (العازلة) بشكل ملحوظ على تشكل الجريان، بحيث يمكن أن تصبح أزمنة الإنذار المبكر قصيرة، وفي المناطق الداخلية من المدن يمكن أن تظهر مؤثرات محلية عبر تفريغ جزئي لأحواض حجز الفيضان ومياه الأمطار، وعندما تفرغ هذه في المجاري المائية الصغيرة بشكل مفاجئ تحدث زيادة إضافية مفاجئة للتصريف في فترة قصيرة.

في الأحواض الساكبة الأكبر من 10 كم^2 يصبح تأثير إعاقة الجريان لشبكة المجاري المائية السطحية وفوق الحقول أكبر.

لكن هذه الإعاقة للجريان تنخفض مع زيادة حجم الحوض الساكب مرة أخرى، حيث في الأحواض الساكبة ذات المساحة التـــي تبلغ عدة آلاف من الكيلومترات المربعة يحدد الجريان بشكل تقريبـــي من مواصفات شبكة المجاري المائية وفي هذه الحالة يمكن الوصول إلى أزمنة إنذار مبكر طويلة.

5.2 حجم المجاري المائية، الأهمية الاقتصادية

تزداد كلفة وسائل الحماية من الفيضانات مع حجم المجاري المائية (الأنهار الضخمة، أنهار كبيرة، أنهار صغيرة، جداول، سواقي، قنوات ترابية مكشوفة اصطناعية) ومع الأهمية الاقتصادية المرتبطة بذلك، وفي الماضي أسست بشكل خاص بالقرب من الأنهار الضخمة (مثل الراين) والأنهار الكبيرة (مثل الموسل، ماين والدانوب) منشآت دائمة تقاوم الأضرار والتـــي تفعّل في حالات الغمر.

وكان من المفيد أن تعرّف الإنسان الذي كان يعيش بالقرب من المجاري المائية الهامة بشكل مبكر على مواصفات هذه المجاري الهيدروليكية والهيدرولوجية، ولذلك تكون البيانات المتوفرة عن الأنهار الكبيرة أكثر شمولية من الأنهار الصغيرة، وفي هذا الإطار ليس نادرا أن تتوفر سلسلة بيانات ما زال تدوينها جار منذ أكثر من ثمانين عاماً، بحيث توفر هذه البيانات عوامل أمان كبيرة للمصمم أثناء قيامه بمهمته.

تكون الحماية من الفيضانات بالقرب من الأنهار الكبيرة والضخمة شديدة الارتباط بالكلفة استناداً إلى الأبعاد الكبيرة (أبعاد سرير المجرى، التصريف)، وبالإضافة لذلك تعيق

أجزاء المدن الواقعة على هذه الأنهار تنفيذ وسائل الحماية، ولأسباب مالية يتأجل تنفيذها غالباً لسنوات كثيرة ومن الطبيعي أن يأخذ تنفيذ هذه المنشآت بتسلسل محدد (قائمة أولويات) أهمية كبيرة.

على عكس ذلك في حالة الأنهار الصغيرة يتم التركيز على حل مشاكل منفردة وحرجة والتـــي تظهر أثناء الفيضانات (مثلاً: مقطع جسر صغير)، وعندما تنشأ حوادث الفيضان على شكل سيول جارفة (الفقرة 4.2) تكون غالباً مصحوبة بالأخطار بحيث لا تحتمل هذه الإجراءات التأجيل.

6.2 تعليمات في إطار المياه الأوروبية (EU-WRRL)

لقد تم التوصل في المحادثات حول التعليمات 2000/60/EG للبرلمان الأوروبـــي ومجلس المجموعة الأوروبية في 29/يونيو/حزيران/2000 بنجاح لإيجاد إطار تنظيمي لإجراءات المجموعة في مجال السياسة المائية (تعليمات في إطار المياه الأوروبية-EU-WRRL)، وصدّق البرلمان الأوروبـــي على نتائج هذه المباحثات في 9/سبتمبر/2000 والمجلس الأوروبـــي في 14/سبتمبر/2000 (الاتحاد الأوروبـــي 2000؛ وزارة البيئة الألمانية (BMU) 2000)، ونشرت التعليمات في الصحيفة الرسمية للمجموعة الأوروبية (L327/1) في 22/ديسمبر/2000 وأصبحت نافذة.

إن هدف التعليمات في مجال المياه الأوروبية هو إيجاد إطار تنظيمي لحماية المياه السطحية بالإضافة إلى المياه الساحلية (المياه البحرية القريبة من شواطئ البحار) والمياه الجوفية في المجموعة الأوروبية (EG)، وبالنسبة إلي الحماية من الفيضانات يمكن أن نذكر نقاط المناقشة الرئيسية التالية (اختصاراً حسب وزارة البيئة الألمانية، BMU, 2000):

- الوصول إلى نوعية جيدة كيميائياً وايكولوجياً للمياه السطحية ونوعية جيدة كيميائياً للمياه الجوفية.
- الاستغلال والاستثمار على مستوى المناطق النهرية، هذا يعنـــي استثمار المجرى المائي على أساس الحوض الساكب الطبيعي، ووضع خطط الاستغلال على مستوى حوض النهر؛
- إدخال درجات الجودة البيولوجية حيث تملك البيولوجيا والهيدرومورفولوجيا أهمية عالية

في تقييم واستغلال المجاري المائية (IRMER U, 2000)؛

- وضع برامج إجراءات لتطبيق EU-WRRL، حيث تخدم هذه البرامج في إزالة خطر تهديد نوعية المجاري المائية أو خفض هذا الخطر؛
- استخدام مركب مستقبلي لحدود الانتشار ومعيار النوعية، ويتضمن هذا الاستخدام المحافظة على متطلبات دنيا من معالجة مياه الصرف الصحي في جميع المصارف التـــي تصب في المصادر المائية وبنفس الوقت تشديدها في حالة عدم موافقتها الأهداف النوعية للمياه المأخوذة؛
- إدراج المواد الخطرة الخاصة في قائمة المواد ذات الأولوية والتـــي يجب بناء على ذلك أن يقدم من اللجنة الأوروبية اقتراح تدابير عن كيفية إبقاء هذه المواد في العشرين سنة القادمة بعيدة عن المصادر المائية بشكل كامل؛
- إيقاف التلويث المستمر للمياه الجوفية؛
- اطلاع وسائل الإعلام على مراحل وضع الخطط للتدابير الموضوعة.

إن تطبيق EU-WRRL مرتبط بخطة زمنية ضيقة والذي نفذ مع نشر التعليمات في إطار المياه الأوروبية في الصحيفة الرسمية للمجموعة الأوروبية (IRMER H, 2000). بذلك يجب على سبيل المثال أن يجري التطبيق الحقوقي بعد ثلاث سنوات وتحليل ظروف استغلال المياه الناتجة بعد أربع سنوات، كما ويجب أن تنفذ برامج المراقبة بعد ست سنوات والبرامج الإجرائية (اتخاذ التدابير التنفيذية) بعد تسع سنوات. يجب أن تطبق جميع التدابير خلال 12 عاماً بحيث يتم الوصول إلى الهدف (نوعية مياه جيدة) بعد 15 عاما. إن زيادة الفترة إلى 12 عام هي ضمن الخطة.

تؤثر التعليمات في إطار المياه الأوروبية على مجالات المهام في استغلال المياه وعلى مكونات الهدف المتعدد الأوجه. وبشكل عام هناك العديد من التعليمات الضرورية لمراعاة العناصر الايكولوجية أثناء الحماية من الفيضان. وسوف تبيّن السنوات القادمة بأي أسلوب تجد هذه التعليمات طريقها إلى عملية التخطيط.

3. الأسس الهيدرولوجية

KARL -HEINZ - ROTHER

الفيضان هو الهطول المحول عبر خصائص التخزين للحوض الساكب. وبذلك حددت الشروط المحيطية الأساسية للفيضان: الحوض الساكب، خصائص التخزين للحوض الساكب والهطول كقيمة مسببة للفيضان. على الرغم من وضوح الشروط المحيطية يمكن أن تنتج فيضانات مختلفة جدا حسب ظهورها. إن أحد أشكال ظهور الفيضانات هو السيول المفاجئة التـــي تنشأ بدقائق معدودة وتجرف كل شيء تصادفه أمامها، وحتـــى الفيضانات في الأنهار الضخمة التـــي قد تدوم عدة أسابيع تشكل خطرا على سدات الحماية من الفيضان نتيجة لطول مدة الفيضان ولزيادة رطوبة الطبقات الواقعة أسفلها.

1.3 الفيضان – حدث طبيعي أو منتج بشري

إلى جانب التوزيع المكانـــي والزمنـــي للهطول يلعب تأثير التخزين للحوض الساكب من خلال الغطاء النباتـــي والتربة والأرض الطبيعية وشبكة المجاري المائية الدور الحاسم في زيادة الفيضان، ويمكن لكل خزان أن يخزن كمية محددة من الماء لفترة محددة. تعطي استطاعة التخزين الطبيعية الكبيرة ارتفاعا بطيئا للفيضان (فيضان متخامد)، بينما تقود الخزانات ذات الطاقة التخزينية الصغيرة إلى ارتفاع سريع للفيضان والى فيضانات كبيرة.

لقد حدثت فيضانات دوما كما تظهر آثارها على جدران أبنية أثرية قديمة كثيرة، ومن جهة أخرى تم تقدير تأثير الإنسان على حادثة الفيضان عالياً. إن طيف التأثيرات الإنسانية في الحوض الساكب تبدأ من زيادة الجريان السطحي نتيجة لتكتيم سطح التربة عبر طرق النقل والأبنية السكنية وإلى تسريع الفيضان من خلال اقتطاع مساحات كبيرة من الضفاف الطبيعية (الرصيف المشاد) على طول المجاري المائية وحتـــى زيادة كمية الرسوبيات والحت نتيجة لاستثمار الأرض، لكن تبقى العوامل الحاسمة هي شدة الهطول وارتفاعه.

في الزمن السابق غير البعيد نوقش تأثير الإنسان على المناخ وبالتالي على الهطولات، ولقد ثبت في ألمانيا نقل الهطولات من نصف العام الصيفي إلى فترة الشتاء، وان زيادة تكرار الظروف المناخية المحيطة التـــي تقود إلى الهطولات المسببة للفيضانات لم يتم استبعادها، لذلك يجب ألا نعزي كل حالة فيضان إلى التأثير الإنســـاني على الفيضانات، وحتـــى نستطيع توضيح الحوادث الحدية الحرجة، فإنه يكفي التعامل مع العوامل الطبيعية المؤثرة أعلاه وحسب جميع الخبرات لمعرفة نشوء الفيضانات الكبيرة والضخمة جداً.

عندما تحدد الظروف الطبيعية المحيطة الأطر لنشوء الفيضانات فانه في الحقيقة سيؤدي كل تأثير إنســـاني سلبـــي لزيادة مناسيب المياه ولزيادة أضرار الفيضان، وبذلك تؤثر العوامل الإنسانية على تصريف الفيضان كثيرا وتشكل خطرا على المناطق القريبة من المجاري المائية بشكل خاص. إن كثيرا من الناس – مقارنة بالماضي – يستخدمون المناطق المجاورة للمجاري المائية لمتطلبات ذات كلفة عالية مثل الاستيطان (السكن) والنقل والصناعة.وهذا التركيز للخطر – بدون الاطلاع على الخطر المتزايد الممكن حسابه – هو السبب الرئيسي لزيادة أضرار الفيضان الملحوظة في جميع أنحاء العالم (انظر الفقرة 10-1).

وهناك قول عربـــي مأثور: "**يغرق في الصحراء عدد من الناس أكثر مما يموتون فيها عطشاً**". مما تقدم يمكن اشتقاق نتيجتين:

- يمكن أن يظهر الفيضان في كل مكان.
- سيكون خطر الفيضان أعظم عندما لا يحسب بشكل صحيح.

2.3 أسس المعطيات

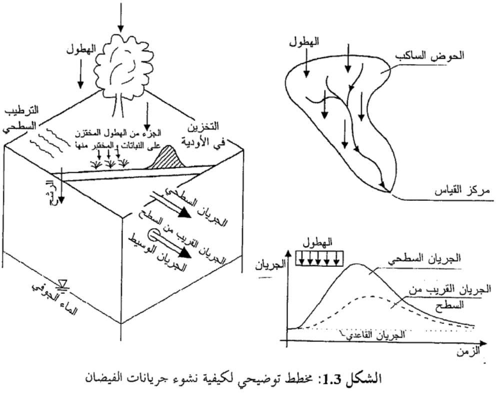
الفيضان هو جزء من الدورة الطبيعية للمياه.لذلك يمكن تطبيق علاقة الموازنة المائية لحادثة الفيضان

$$N = V + A + (R - B) \qquad (3.1)$$

تمثل N الهطول كقيمة إدخال (معطاة) في هذا النظام، بينما وضع كل من (V) التبخر و(A) الجريان كقيمة خروج (نتيجة) واستكملت العلاقة بعنصر تخزين. يصف عنصر التخزين ($R–B$) أي الاحتياطي (R) ناقصا الاستنـــزاف أو الاستهلاك (B) المحجوز أو المخزون المائي

في المنطقة المدروسة للمدة الزمنية المعتبرة (DYCK, 1976). ويكون تأثير التبخر عند حدوث الفيضان على الموازنة المائية لفترات طويلة مهملاً أو قليل الأهمية بينما بالمقابل فان قدرة التخزين للحوض على المدى القصير تؤثر على التصريف بشكل جوهري.

إن الهطول الذي يجتاز الغطاء النباتـــي بعد فترة الترطيب يصل إلي سطح التربة ويتسرب الجزء الكبير منه، بينما يملأ الجزء المتبقي على السطح الحفر والبرك وتتكون المسيلات التـــي تجري على السطح باتجاه الميل حيث ينشأ (ما يسمى الجريان السطحي *surface runoff*)، والجزء الآخر من الهطول يجري في طبقات التربة العلوية كجريان قريب من السطح (كجريان وسيط أو يسمى *Interflow*)، وبالتبادل مع الجريان السطحي يقترب مع الزمن من الجدول المائي. الجريان السطحي والجريان الوسيط يكونان الجريان المباشر الذي يشترك في تكوين قمة الفيضان أثناء حدوثه، جزء ثالث وهو الجريان الواصل إلى المجرى المائي عبر انتقال طويل وعميق في التربة يسمى الجريان القاعدي أو الجريان غير المباشر وهو يصف التخامد المتوسط والطويل للموجة الفيضانية (*base flow*) (شكل 3-1).

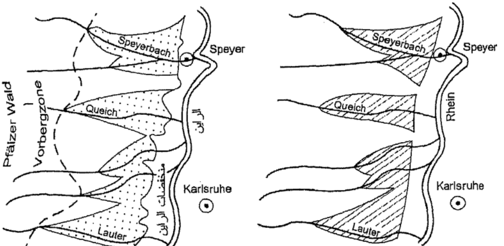


الشكل 1.3: مخطط توضيحي لكيفية نشوء جريانات الفيضان

1.2.3 الحوض الساكب

إن الحوض الساكب السطحي هو المؤثر الحاسم على الفيضان، حيث تحدد المساحة التـــي تساهم في الفيضان بواسطة خط فصل الجريان مع الحوض الساكب المجاور. إن خطوط فصل المياه السطحية (حدود الحوض الساكب) يمكن أن تحدد من الخريطة الطبوغرافية عبر وصل القمم المحددة للتحدبات الفاصلة للحوض الساكب. توجد في ألمانيا الاتحادية لدى مراكز خدمة توثيق المياه المركزية لإدارة الموارد المائية للمقاطعات فهرس المساحات التوثيقية للمجاري المائية، من هذا الفهرس يمكن أخذ مساحات الأحواض الساكبة السطحية حتـــى المساحة من مرتبة 10كم^2.

إلى جانب المورفولوجيا والمساحة فان جيولوجية الحوض الساكب تعتبر العنصر المميّز الأهم لتكامل توقع الفيضان (قيمة مؤثرة على الفيضان). تشتق مواصفات التربة مثل توضع وتشقق وتشكل الوديان وميل الأرض وبالإضافة إلى استثمار هذه التربة جميعها من جيولوجية الحوض الساكب، وعلى سبيل المثال سهول الراين العلوية والتـــي هي غير مشغولة بالسكن أو بطرق المواصلات لكنها مستغلة بشكل كثيف زراعياً، وتؤدي إلى زيادة مناطق الغمر في الأودية المنبثقة من الجبال المحيطة نتيجة لاستغلال الغابة في المناطق الفاصلة الحادة. (انظر الشكل 3-2).



الشكل 2.3: مناطق الغمر واستخدام الغابة في سهول الراين العلوية

2.2.3 الهطول

من أجل معرفة قيمة الهطول وقياسه تستخدم كمية الهطول باللتر لكل متر مربع (l/m^2)، وارتفاع الهطول في الملم (mm)، وشدة الهطول i_N بالملم لكل ساعة (mm/h)، وكمية الهطول النوعية (التصريف النوعي) باللتر في الثانية في الهيكتار [l/(s·ha)]. يرينا الجدول (3-1) التحويل بين القيم الافرادية.

الجدول 1.3: التحويل بين قيم قياس الهطول

1 mm	>>	1 l/m^2
1 mm/h	>>	2,8 l/(s·ha)
36 mm/h	>>	100 l/(s·ha)
1 mm/h	>>	280 $l/(s{\cdot}km^2)$

1.2.2.3 شبكة القياس

يقاس الهطول في ألمانيا بواسطة شبكة قياس مؤسسة الطقس الألمانية (DWD) في 4500 مركز كل 24 ساعة. يؤخذ القياس في الساعة السابعة صباحا حيث يقاس ارتفاع الهطول الساقط خلال الأربع والعشرين ساعة السابقة بالمليمتر ويأخذ تاريخ اليوم السابق. وبشكل مكمّل وضعت مؤسسة الطقس الألمانية DWD) في مواقع مختارة ومسجلات هطول دائمة حيث تعطى إلى جانب الكمية اليومية للهطول أيضاً زمن هطوله وشدته.نشرت ارتفاعات الهطول في ألمانيا في الكتب المناخية السنوية الألمانية (DMJ). صدرت هذه الكتب عن مؤسسة الطقس الألمانية في Offenbach.

أيضاً تقوم إدارات الموارد المائية الألمانية في المقاطعات الاتحادية وبشكل متفاوت في التكوين بإنشاء شبكة القياس الخاصة بها للهطول. لقد وضع تنسيق هذه الشبكة بواسطة مؤسسة الطقس الألمانية (DWD) في الخطة، وفي بعض البلدان الاتحادية تم قطع خطوات متفاوتة في هذه الخطة (LAWA and BMV,1993).

إلى جانب ذلك يوجد عدد كبير من منشآت قياس الهطول التـــي توضع وتشغّل في المدن والنواحي والروابط والمنشآت التعليمية ولدى القطاع الخاص لأهداف مختلفة كليا. ولزيادة شدة المراقبة ودقتها لأشكال الهطول لحادثة معينة من المفيد دوما أن تؤخذ هذه البيانات

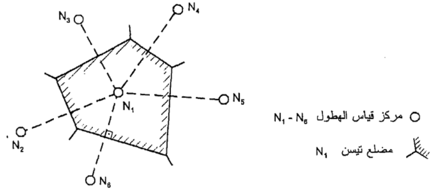
بالاعتبار. يمكن أن تعطى معلومات عن منشآت قياس الهطول من سجلات قياس الهطول الموضوعة من بعض إدارات الموارد المائية للبلدان الاتحادية.

2.2.2.3 الهطول لمنطقة ما (الهطول على مساحة ما)

تقيس مراكز الهطول ارتفاع الهطول في النقطة الموجودة فيها من الحوض الساكب، وبما أن الهطول في المنطقة هو المحدد لتطور الفيضان، لذا يجب معرفة كمية الهطول الكلية التـــي تسقط فوق مساحة الحوض الساكب قيد الدراسة خلال مدة زمنية محددة. بذلك تبرز أهمية وكيفية تعميم الهطولات المقاسة في النقاط الموضوع فيها أجهزة قياس الهطول على المساحات.

مضلع تيسين

تطبق طريقة تيسين التـــي تعد من أبسط الأساليب المطبقة لتعميم الهطول المقاس في نقطة على المساحة، بعد ذلك يصبح المجال التابع لنقطة القياس ممتداً حتـــى منتصف المسافة بين نقطتين، وتشكل الأعمدة الوسطية المرسومة على الخطوط الواصلة بين نقاط القياس مضلعا غير منتظم، والذي مساحته تتبع لقيمة الهطول النقطي المقاس (الشكل 3-3)؛ أي يعتبر الهطول على كامل مساحة المضلع هي ذاتها المقاسة في النقطة المعتبرة، ومن الطبيعي أنه يمكن أخذ المساحات ذات القيم الأكبر لوصف الهطول على منطقة ما (GIESEKE et al.,1983).



الشكل 3.3: مضلع تيسين

رادار الطقس

يعتبر جهاز رادار الطقس إمكانية جديدة للقياس المباشر للهطول على منطقة ما، ولقد أصبحت معلومات نوعية عن الهطولات المحلية مدعومة من 16 مركز رادار للطقس متوفرة اعتبارا من عام 2000 وتغطي بشكل مساحي لعموم ألمانيا. إن التحويل الكمي لإشارة الرادار إلى ارتفاع هطول منسوبا للمساحة يتطلب أيضا مقارنتها مع القياسات الأرضية للهطول المأخوذة على التوازي، وتركيب هذه التجهيزات ومعايرتها ما زال قيد الإنشاء (DWD, 1997a).

3.2.2.3 ارتفاعات الهطول

إن تغير الهطول كبير ومثير للدهشة حيث يبلغ المطر السنوي الاعتيادي المحلي والذي تصمم عليه شبكة صرف المدينة عندنا 10 ملم ارتفاع هطول في 15 دقيقة، وقيمة الهطول اليومي التـــي يتكرر كل مائة عام أي ارتفاع الهطول في 24 ساعة الذي يتم الوصول إليه أو تجاوزه خلال مائة عام يبلغ في ألمانيا حوالي 100 ملم وفي إقليم الألب حتـــى 200 ملم. بينما يمكن أن تسبب الأعاصير في المناطق المدارية الحارة هطول عدة مئات من المليمترات بساعات قليلة. يبيّن الجدول (3-2) أن أكبر ارتفاع للهطول قيس خلال 24 ساعة كان في عام 1952 حيث بلغ 1870 ملم على جزيرة رينيون (Reunion) في المحيط الهندي (DWD, 1997b).

الجدول 2.3: الهطولات الأعظمية المقاسة (حسب DWD,1997 b)

المدة	ارتفاع الهطول (ملم)	المكان	التاريخ (المدة الزمنية)
8 دقائق	126	فوسن، بافاريا (ألمانيا)	1920/5/25
ساعة واحدة	200	ميليتسوف، فوربومرن(ألمانيا)	1968/9/15
24 ساعة	260	تسايتهاين، سكسونيا (ألمانيا)	1906/7/7–6
ثلاثة أيام	391	آشاو، بافاريا (ألمانيا)	1965/6/11–8
دقيقة واحدة	38	باروت، كادالوب	1970/11/26
15 دقيقة	198	بلمب بوينت، جامايكا	1916/5/12
24 ساعة	1870	سيلاوس، رينيون	1952/3/16-15
شهر واحد	9300	شيرابونجي، الهند	يوليو، تموز 1861

كذلك في ألمانيا حدثت هطولات بارتفاعات بلغت عدة مئات من المليمترات في 24 ساعة ويمكن البحث عن أسبابها. لقد برهنت دراسة لمركز الطقس الألمانـــي (DWD) عن

ارتفاعات الهطول المحلية الممكنة فيزيائيا أنها يمكن أن تصل إلى قيمة أعظميه خلال 24 ساعة حوالي 600 ملم (DWD,1997b).

استناداً إلى علم المناخ فان شدة الهطول وارتفاعه تنقصان مع المدة الزمنية لحادثة الهطول وكبر المساحة المشمولة. واعتمادا على المدة الزمنية للجريان يجب أن تتوفر في أحواض ساكبة كبيرة مدد هطول طويلة ومساحات كبيرة مشمولة بالمطر حتـــى يساهم كامل الحوض الساكب في تشكيل الجريان في مقطع المجرى المائي قيد الدراسة (المراقب)، وعند احتمال محدد تكون لارتفاعات ولشدات الهطول الصغيرة أهمية كبيرة بشكل واضح في الأحواض الساكبة الكبيرة مقارنة بالأحواض الصغيرة (أي شدات الهطول الصغيرة تكون ذات أهمية في الأحواض الكبيرة ولكنها ليست كذلك في الأحواض الصغيرة).

ارتفاعات الهطول حسب REINHOLD

حتـــى الماضي القريب كانت علاقة REINHOLD (Reinhold ,1940) تستخدم لتقييم الهطولات بمدة زمنية وتكرار محددين. سلسلة الهطول المطرية لراينهولد هي المطر السنوي الإقليمي ذي المدة 15 دقيقة $r(15,1)$ الذي يضرب بما يسمى معامل الزمن φ ويعطى بدلالة ديمومة الهطول t والتكرار n.

$$r\,(t, n) = \varphi\,(t, n) \cdot r\,(15, 1) \quad [1/(\text{s}\cdot\text{ha})] \tag{3.2}$$

باعتبار

$$\varphi(t,n) = \frac{38}{t+9}\left(\frac{1}{\sqrt[4]{n}} - 0{,}369\right) \quad [-] \tag{3.3}$$

t مدة الهطول (دقيقة)

n تكرار الهطول [1/a]

يبلغ معدل الهطول للعاصفة المطرية التـــي تدوم لمدة 15 دقيقة سنوياً في ألمانيا 160 –90 l/(s.ha) وتتغير هذه القيمة إقليمياً.

أطلس كوسترا (KOSTRA-ATLAS)

يقدم أطلس كوسترا (DWD,1997c) (الجدول 3-3) المنشور بمبادرة مشتركة من الجمعية الألمانية لاقتصاد المياه والبناء الثقافي (DVWK) ومركز الطقس الألمانـــي (DWD) تقييماً

شاملاً لمعلومات الهطول المتوفرة في ألمانيا حسب مدة الهطول وارتفاعه وتكراره وظهوره.

يشمل تحليل كوسترا (التقييم الإقليمي للهطولات الغزيرة) ارتفاعات الهطول لمدة 5 دقائق وحتـــى 72 ساعة. إن قاعدة البيانات هي السلسلة الزمنية من 1951 وحتـــى 1980. لقد عرضت ارتفاعات الهطول لمدد هطول مختلفة وتكرار سنوي بين 1 و100 سنة في ألمانيا وقسمت إلى مربعات كل منها 70كم².

الجدول 3.3: عرض شريحة ارتفاعات الهطول (mm) في ألمانيا حسب KOSTRA 97 (DVWK,1997c)

التكرار السنوي (a)	عرض شريحة ارتفاعات الهطول (mm)				
	المدة				
	15 دقيقة	1 ساعة	12 ساعة	1 يوم	3 يوم
1	9-14	15-20	25-60	30-80	25-140
10	16-30	20-50	40-120	50-160	60-230
100	20-40	30-70	50-140	60-210	80-310

يجب أن تفهم ارتفاعات الهطول المعطية كهطولات نقطية باحتمال محدد حسب استنباطها من الهطولات المقاسة والتـــي تحتاج إلى تخفيض في حالة المساحات الكبيرة. لغايات التخطيط ينصح المؤلفون أن يؤخذ بالاعتبار مجال تذبذب يبلغ ±10% في الحوادث الأكثر تكرارا وحتـــى ± 20% في حوادث تتكرر كل 100 سنة.

لقد أنجزت خريطة كوسترا وهي مناسبة لحل سلسلة راينهولد المطرية على اعتبار أن تقييم كوسترا تم على قاعدة بيانات عامة وواضحة وأسس رياضية مأمونة.

3.2.3 التخزين المحلي

إن التخزين المحلي (المخزون في المنطقة) هو جزء من الهطول الذي يحجز في الحوض الساكب لمدة زمنية محددة قبل أن يصل إلى مرحلة الجريان. العامل الحاسم في التخزين المحلي هو مواصفات التخزين الطبيعية للحوض الساكب. تنتج مواصفات التخزين هذه من التأثير المشترك لأوساط التخزين كالغطاء النباتـــي والتربة وسطح الأرض وشبكة المجاري المائية والمروج النهرية (LAWA,1995).

1.3.2.3 أوساط التخزين

كل من الأوساط المذكورة سابقاً يفي بوظيفته التخزينية ضمن حدود طبيعية محددة. عندما يملأ أحد الخزانات تصبح عملية التخزين اللاحقة غير ممكنة. وفي حالة امتلاء الخزان بشكل كامل يحصل ارتفاع مناسيب المياه في المجاري المائية. وتكمّل الأوساط التخزينية الأربعة بعضها في تأثيرها من خلال حوادث هطول طبيعية، وتقود إلى استجابات واضحة للمجرى المائي. في حالة التحميل الزائد للسعة التخزينية المتوفرة تعود ظواهر الفيضانات الحرجة وغير المنتظرة مرة أخرى للقاطنين بجوار المجاري المائية.

التربة

إن التربة هي العنصر الأكثر قدرة على التخزين في الحوض الساكب، والأمر الحاسم هنا هو حجم الفراغات في التربة ومواصفات التربة من حيث امتصاصها وإعطاؤها للماء. تعطي مقدرة التسرب المحسوبة في الليزيمترات براهين حول ذلك.

في حالة الفيضان قد تكون مقدرة امتصاص التربة الآنية للماء محدودة بسبب كمية الماء المخزنة قبل ذلك. عند ذلك يحصل في التربة مثلما يحدث في الإسفنج، حيث يمكنها أن تأخذ في البداية كثير من الماء وتقل هذه الإمكانية مع استمرار الهطول. إن الأمطار التـــي هطلت سابقا في المنطقة تلعب الدور الحاسم في سعة التخزين المتاحة الحالية للتربة، بذلك يساهم الجزء الأكبر من الهطولات في الشتاء بالجريان السطحي بسبب الرطوبة البدائية العالية بشكل عام للتربة وهذا أكثر مما هو عليه في الصيف (أكثر من مساهمة الهطولات صيفاً).

إن زيادة كتامة سطح التربة الناتجة عن طرق المواصلات والاستيطان والاستخدامات الأخرى والصرف الدائم لهذه المساحات بوساطة منشآت الصرف التقنية تقلّل من تأثير التخزين للتربة في هذه المناطق وتقود إلى تسريع الجريان المباشر تبعا لذلك (ATV,1999c).

لقد أدى تأثير زيادة المساحات المأهولة في الحوض الساكب لنهر الراين من 5% عام 1950 إلى 12% في نهاية الثمانينات من القرن الماضي إلى زيادة منسوب الماء في نهر الراين بمقدار 15 سم عند ماينـــز (KOELER,1992). إن أنظمة الصرف الجديدة مثل نظام الأودية الواسعة المنبسطة الإقليمي (SIEKER,1995; GEIGER and DREISEITL) أو التسريب غير المركزي لمياه الأسطح تكون مناسبة لصد عملية تسريع الجريان هذه (LfW-RP,1998).

الغطاء النباتـــي

يساهم الغطاء النباتـــي من خلال الترطيب بـــ 5-2% مم من التخزين المحلي، ويمكن أن يكون التخزين النباتـــي فعالاً بعد هطولات متتابعة تتخللها فترات جفاف.

لقد تم البرهان على أهمية التأثيرات السلبية للبيئة والمسماة في ألمانيا موت الغابة على حجم وحيوية الغابات وتأثيراها على الموازنة المائية (PLATE et al., 1986). بالعلاقة مع التأثير الثانوي لجرف التربة الشديد تنشأ تأثيرات عكسية على وظيفة التربة التخزينية والتـــي لها أخطار في الأحواض الساكبة من حيث تطور جريانات الفيضان.

الأرض

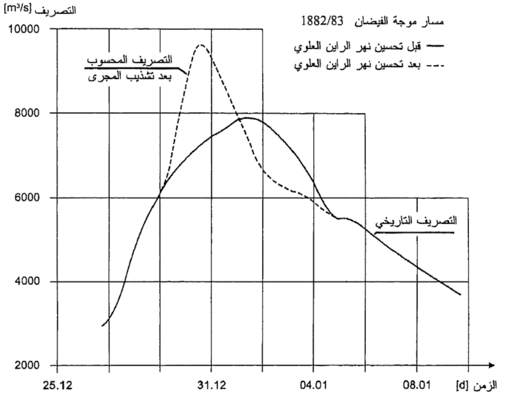
يلعب شكل الأرض أيضا دورا في التخزين المحلي، فالأرض شديدة الانحدار تسمح بتخزين مساحي أقل، بينما يمكن تخزين حتـــى 10 ملم ارتفاع هطول في الأرض المنبسطة. وهناك شكل خاص للتخزين السطحي هو تخزين الهطول الثلجي والذي يساهم بشكل إضافي في الجريان بعد طقس أكثر دفئا يدوم لفترة تسمح بذوبانه، وتبدو قيمة المعادل المائي لارتفاع الثلج البالغة حوالي 20 – 10% منطقية.

إن الأعمال الكبيرة على سطح الأرض ومنشآت الصرف ذات الكفاءة العالية بهدف الحصول على مساحات زراعية قابلة للاستثمار أثرت في الماضي على التخزين السطحي الأرضي. لذلك اتجهت طريقة تنظيم التربة الحالية إلى تحسين هيكلية الاستثمار الزراعي بالإضافة إلى الحفاظ عليه واستعادة مناطق الترطيب.

المجاري المائية والوديان المنخفضة الواسعة

تلعب المجاري المائية نفسها وأحواض الوديان المنخفضة الواسعة مع تأثيراها التخزينية دوراً هاماً في مسار أمواج الفيضان، ويكون تأثير التخزين لشبكة المجاري المائية أعظمياً في الأرض المنبسطة وفي وديان الغمر الواسعة. يكون تأثيرها كاملاً كلما غمرت المياه الوديان المجاورة لها بوقت مبكر، وعند زوال الفيضان يفرغ خزان المجاري المائية مرة أخرى من المياه، يؤثر الوسط التخزينـــي على ارتفاع قمة الفيضان وزمن مرورها وبالتالي على التقاء أمواج الفيضان من الأنهار الثانوية مع الرئيسية.

على سبيل المثال تم زيادة تصاريف الفيضان وإنقاص زمن مرور قمة الفيضان إلى النصف من مدينة بازل إلى مدينة كارلسروة أي من يومين إلى يوم واحد وذلك لدى فقدان مناطق غمر طبيعية على جوانب الراين الأعلى بمساحة من مرتبة 130كم^2 بسبب أعمال التحسين خلال مراحل التخزين بين الأعوام 1955 و1977 (BMV,1978). وعلى الغالب تتلاقي قمة الفيضان القادمة من الراين الأعلى مع الفيضان الاعتيادي المار في الأنهار الثانوية للراين (الشكل 3-4). لقد تم تقدير قيمة الجريان الموضح في الشكل (3-4) بعد إنشاء مراحل التخزين بوساطة حساب النمذجة.



الشكل 4.3: تغير ارتفاع وزمن مرور موجات الفيضان في الراين الأعلى بالمقارنة مع الفيضان التاريخي الكبير عام 1882/82 عند نقطة القياس في (MEINZ)

2.3.2.3 معامل الجريان

إن المواصفات التخزينية للحوض الساكب يمكن وصفها بواسطة معامل الجريان، حيث

يصف هذا المعامل النسبة بين حجم الماء الخارج من الحوض الساكب وحجم الهطول فوقه، هذا يعنـــي:

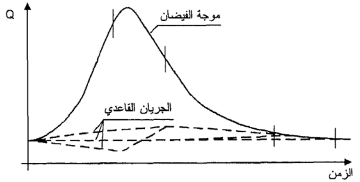
$$\text{معامل الجريان } \alpha = \frac{\text{حجم الفيضان}}{\text{حجم الهطول}} \quad [-] \qquad (4.3)$$

أو بالنسبة إلى مساحة الحوض الساكب:

$$\text{معامل الجريان } \alpha = \frac{\text{ارتفاع الجريان}}{\text{الهطول المحلي (مم)}} \quad [-] \qquad (5.3)$$

تقع معاملات الجريان بين القيمة صفر وواحد بغض النظر عن الحالات الخاصة لذوبان الثلوج وتأثير السدود. يعنـــي معامل الجريان ذي القيمة صفر أن كل الهطول في الحوض الساكب قد تم تخزينه ومعامل الجريان ذي القيمة واحد أن كامل الهطول قد شارك في الجريان.

تكون الحالة $\alpha = 0$ منطقية في حادثة هطول صغيرة وتربة طبيعية نفوذة. يمثل معامل الجريان $\alpha = 1$ نظريا قيمة حدية لا يمكن الوصول إليها في الواقع، حتـــى في حالة سطح تربة كتيم جداً. يقع المجال الطبيعي لمعاملات الجريان في الأحواض الساكبة الطبيعية بين $\alpha = 0,20 - 0,50$.



الشكل 5.3: توضيح الطرق المختلفة لفصل التصريف القاعدي Q_B (الخطوط المتقطعة) من تصريف الفيضان بحسب عدة مؤلفين (DICKISON et al. 1967)

عند حساب حجم جريان الفيضان من الطبيعي أن يفصل التصريف القاعدي الجاري والمستقل عن حادثة الهطول وذلك عند تحديد معامل الجريان، وتزداد الأهمية النوعية لهذه العملية مع ازدياد حجم الحوض الساكب، إن حجم التصريف يتناسب مع المساحة تحت موجة الفيضان وفوق خط الفصل (الشكل 3-5).

4.2.3 الفيضان

لقد تم التعرف على مناسيب الفيضان الحدية عن طريق العلامات أو الإشارات المدونة على المنشآت القديمة المنتشرة على طول المجاري المائية، يمكن أحياناً أن تستخدم علامات الفيضان كقطع إنشائية في مواقع أخرى، لكن تبقى علامات الفيضان بنسبة كبيرة ذات مصداقية عالية ويمكن أن تمتحن دقتها عبر التواريخ المحلية المنتشرة المتوفرة.

1.4.2.3 مناسيب المياه

توجد تسجيلات منتظمة لمناسيب المياه في مراكز القياس الثابتة (مسطرة قياس المناسيب النهرية) على الأنهار الكبيرة الألمانية من النصف الأول للقرن التاسع عشر، ولقد تكثّفت على المجاري المائية الأخرى من بداية القرن العشرين، ونشرت القيم اليومية لمناسيب المياه من مراكز قياسها بشكل منتظم في الكتب السنوية الخاصة بالمجاري المائية والتـــي تحتوي على فكر إحصائية واضحة عن مناسيب المياه العالية. تطبع الكتب السنوية عن مراكز خدمة المجاري المائية للبلدان الألمانية.

بينما اقتصرت مراقبات منسوب الماء في البداية على القراءة في أوقات محددة على مساطر قياس. أما الآن فهي مزودة بمسجلات أوتوماتيكية وتجهيزات متطورة لنقل المعلومات.

2.4.2.3 مساحات الغمر

ثمة مصدر آخر للمعلومات عن منسوب الماء هو خرائط تجريبية مبرهنة وموضوعة لمناطق الغمر القانونية لكثير من الأنهار والتـــي توضع من قبل السلطات المسؤولة عن المياه (المدن، إدارات الدوائر، حكومات المحافظات) استناداً إلى قانون الموازنة المائية (WHG) بصيغة أوامر قانونية. في هذه المناطق المدروسة من الأودية (بحسب ما سبق) تم إعاقة تصريف النهر ومجراه بأعمال مثل الردميات والتشجير والأبنية في حرم النهر (انظر الفقرة 5.1.11). وأحيانا تعطى

استثناءات يتم بموجبها منح موافقات صريحة حسب ما تقتضيه القوانين المائية للبلد (CZYCHOWSKI, 1998).

لقد أنجز في بداية القرن العشرين لمجاري مائية كثيرة مناطق غمر قانونية، حددت في تلك الفترة على الغالب اعتماداً على حوادث فيضان كبيرة ومعروفة. أما الآن فيفضل التحديد النظري المستند إلى أمواج فيضانية ذات تكرار سنوي محدد.

إن تصوير خطوط حدود الغمر مباشرة بعد انحسار موجة الفيضان يمثل مصدراً جيداً للبيانات لتدوين مناسيب المياه للحادثة المدروسة والتـــي تمكن من التحديد الموثوق به لمناسيب المياه بدعم من الصور الجوية والاستكشاف عن بعد بدعم من الأقمار الاصطناعية.

3.4.2.3 تصاريف الفيضان

حصل وصف تصاريف الفيضان مع تطور مراكز تدوين المجاري المائية في النصف الثانـــي من القرن التاسع عشر. ومع إدخال قياسات التصريف المنتظم أصبح وصف تصاريف الفيضان ومناسيبها والمسمى عادة بمنحنيات التصريف (مفتاح التصاريف) هو القاعدة منذ بداية القرن العشرين في كثير من مراكز القياس المائية. تحتوي الكتب السنوية لتدوين المجاري المائية بيانات تصاريف الفيضان ذات العلاقة لهذه المراكز.

منحنيات التصريف (مفتاح التصاريف)

تتمثل المشكلة الرئيسية في بيانات تصريف الفيضان في أن بيانات القياس المتوفرة لمنحنـــي التصريف (مفتاح التصاريف) لتصاريف كبيرة تكون قليلة كلما كان التصريف أكبر، ومن النادر أن تكون حوادث الفيضان مطابقة لتعريفها وتزداد صعوبات القياس عند حوادث الفيضان النادرة أكثر. يمكن أن تقدر تصاريف الفيضان فقط عبر الاستقراء من خلال مجال القياس المحدد. إلا أنه في الإحصاء للقيم الحدية للفيضان تعطى التصاريف الأعظمية قبل مناسيب المياه الأعظمية، على اعتبار أنها تتأثر إضافة لذلك بخصائص ظروف التصريف عند مراكز القياس.

التصريف النوعي للفيضان

تصلح تصاريف الفيضان دوما فقط لمقطع مائي محدد في الحوض الساكب. لكي نستطيع جعل تصاريف الفيضان قابلة للمقارنة تحوّل على الغالب إلى تصريف نوعي، هذا يعنـــي إلى

قيمة مّحولة ومنسوبة إلى مساحة الحوض الساكب ويرمز لها عادة بـــ Hq.

$$Hq = \frac{1000 \cdot HQ}{A_{\text{Eo}}} \qquad [\text{l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)] \tag{6.3}$$

Hq كمية تصريف الفيضان من واحدة المساحة (تصريف نوعي [$\text{l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$]

HQ تصريف الفيضان [m^3/s]

A_{Eo} الحوض الساكب، السطحي [km^2]

يقدم المقطع الطولي لكميات التصريف النوعية للقيم المسجلة على طول المجرى المائي الإمكانية الأولى لاختبار معقول لمراكز القياس المختلفة على طول هذا المجرى وتعطي في الحوض الساكب بيانات الفيضان المأخوذة والمقيّمة.

تنخفض ارتفاعات الهطول بالعلاقة مع المساحة التـــي يقع عليها المطر ومدة هذا المطر (انظر الفقرة 3-2-2)، ويكون للتصاريف النوعية ذات نفس التكرار على طول المجرى المائي اتجاه هابط مع زيادة حجم سطح الحوض الساكب. تكون كميات التصريف النوعي بقيمة أكبر من ($1000\ \text{l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$) في أحواض ساكبة صغيرة. في الواقع لا تزيد قيمة تصريف الفيضان النوعية ذات التكرار لمرة واحدة كل مائة سنة (المئوية) للراين في ماينـــز (حجم حوض ساكب $100000\ \text{km}^2$) عن ($70\ \text{l}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$).

3.3 حساب تصاريف الفيضان

الطريقة الأولى للوصول إلى تصورات كمية عن تصاريف الفيضان، هي تقييم بيانات الفيضان المتوفرة حسب الطرق الاعتيادية الإحصائية والاحتمالية، وعندما لا تتوفر مثل هذه البيانات، أو يتوجب معرفة مسار الفيضان بشكل كامل بالإضافة لشكل ومنحنـــي الفيضان، فانه يمكن حساب التصاريف اعتمادا على الهطول،وعادة للانتقال المعقول من الهطول إلى الجريان يشترط توفر قياسات لعلاقة الهطول بالجريان.

عندما لا يعطى هذا الشرط يجب أن تستخرج القيم المميزة الهيدرولوجية الضرورية من خصائص المنطقة الإقليمية، والتـــي تم التأكد منها في تقييم إقليمي وفوق إقليمي واضح.

1.3.3 إحصاء تصاريف الفيضان

عند تحديد احتمالات الفيضان فانه يتم بشكل أساسي اختبار تجانس البيانات، لكن هناك عدة تساؤلات حول ذلك:

- هل تغيرت أماكن القياس أثناء زمن المراقبة؛
- هل تغير الحوض الساكب من ناحية الاستيطان؛
- هل ظهرت قيمة شاذة بالمقارنة مع طول السلسلة "كقيمة مخالفة يجب استبعادها"، هذا يعنـــي أن هذه القيمة مغلوطة بسبب ندرتها مقارنة بطول السلسلة المتوفرة لمجموعة البيانات.

1.1.3.3 نـــزعة الفيضان

تحتوي السلسلة الزمنية لقياسات تصاريف الفيضان في أحد مراكز القياس على تأرجحات طبيعية، وهي التـــي تنتج من تجميع الشروط المحيطة الهامة المسببة للفيضان، مثل تتابع الهطول وحالة التربة والفصل من السنة وغير ذلك. ولهذا السبب تحدث الفيضانات الكبيرة بتوزع غير منتظم زمنياً، ولكن في وسط أوروبة تغلب القاعدة بأن فيضانات متوسطة تسيطر على فترة زمنية طويلة يتبعها فيضانات كبيرة تكسر هذه القاعدة.

كما يوجد إلى جانب ذلك أيضا نـــزعة طويلة الأمد في تغيرات الفيضان الناتج من فعالية الهطول المتزايد أو من تغيير ظرف التخزين في الأحواض الساكبة بعد تغيير استثمار الأرض أو من خلال تحسين المجاري المائية.

أداة لتقييم مثل هذه التغيرات للفيضان الموجه هي الإرجاع إلى مستقيم لقيم الفيضان الأكبر المرصودة كسلسلة زمنية لكل عام. لأجل ناتج قيم الفيضان HQ_i لسلسلة زمنية عند فواصل متساوية x_i بقيم عددها n ينتج مستقيم هو مستقيم النـــزعة

$$HQ = a_0 + b \cdot x \quad (7.3)$$

إن البارامترات a_0 و b لمستقيم النـــزعة هذا تنتج من:

$$\Delta HQ_i = HQ_i - MHQ \quad (8.3)$$

و

$$\Delta x_i = x_i - x_m \tag{9.3}$$

HQ_i قيمة الفيضان عند الزمن x_i،

MHQ الفيضان المتوسط (انظر العلاقة 14.3)،

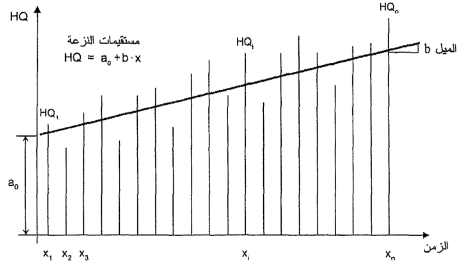
x_m الزمن الوسطي للسلسلة الزمنية المختبرة.

بمساعدة العلاقات (8.3) و(9.3) يمكننا الحصول على البارامترات المجهولة:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\Delta HQ_i \cdot \Delta x_i)}{\sum_{i=1}^{n}(\Delta x_i)^2} \tag{a10.3}$$

$$a_0 = MHQ - b \cdot x_m \tag{b10.3}$$

إن معامل الإرجاع b هو مقياس الميل (إيجابـــي أو سلبـــي) لمستقيمات النـــزعة (انظر الشكل 3-6). تختبر قيمة النـــزعة بمساعدة توزيع اختبار تقريبـــي في هذه الحالة هو اختبار STUDENT (DVWK, 1996b)، هذا يعنـــي، هل النـــزعة حقيقة مختلفة عن الصفر أو أن معامل النـــزعة صدفة ينحرف عن الصفر.



الشكل 6.3: رسم تخطيطي لحساب نـــزعة خطية للفيضان

لاحتمال خطورة مختار α(10%, 5%,or 1%) يجب اختبار الفرضية بأن المجموع العام للقياس في الموقع المختبر لا يظهر أي نـــزعة، لهذا فانه يتم أولا تحديد القيمة الجدولية $t(n,a)$

لتوزيع STUDENT (انظر الجدول 3-4) الذي يرتبط بمستوى الأهمية أو الخطورة a وبعدد درجات الحرية $f = n - 2$، أو بشكل مبسط لأجل عدد قيم الفيضان n. فمثلا لأجل $n = 20$ ومستوى أهمية أو خطورة 5% فانه يكون $t_{20;0,05} = 1,73$

الجدول 4.3: قيم توزيع -STUDENT

$1-\alpha$	α	عدد قيم الفيضان 10	20	30	50	100	∞
0,80	0,20	0,88	0,86	0,85	0,85	0,85	0,84
0,90	0,10	1,40	1,33	1,31	1,29	1,29	1,28
0,95	0,05	1,86	1,73	1,70	1,68	1,66	1,65
0,99	0,01	2,90	2,55	2,47	2,40	2,37	2,33

تقارن قيمة الاختبار هذه مع القيمة المختبرة t التـــي نحصل عليها من القياسات المتوفرة كما يلي:

$$t = \frac{b}{c}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} i^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} i\right)^2} \quad (11.3)$$

و

$$c = \sqrt{\frac{1}{n-2} \cdot \sum_{i=1}^{n}\left(HQ_i - \alpha_0 - b \cdot i\right)^2} \quad (12.3)$$

في العلاقات (3–11) و(3–12) تكون b وa_0 بارا مترات مستقيمات الإرجاع حسب العلاقة (3–10) وi قيمة الدليل لسلسلة الفيضان مع تصاريف الفيضان HQ_i.

إذا كانت $t \le t_{n,a}$ فان الفرضية بأن قياسات الفيضان لا تظهر أي نـــزعة، أي أن انحراف معامل الإرجاع (b) عن الصفر لمستوى أهمية أو خطورة مختارة يفسر على أنه صدفة.

يؤثر اختيار مستوى الأهمية في قوة تقارير النتائج ودقتها، ففي حالة مستوى عال من الخطورة (مثلاً $\alpha = 15\%$) تكون نتيجة الاختبار بسبب العدد الكبير من الممانعات التـــي تؤخذ بالاعتبار مؤكدة بالمقارنة في حالة قبول، بينما تكون غير مؤكدة في حالة الرفض. حتـــى نتمكن بالمقارنة من تعميم قوة التقارير الكبيرة على النـــزعة يجب في البدء اختبار الفرضية "بدون نـــزعة" على مستوى أهمية منخفض (مثلاً $\alpha = 5\%$).

ولكي نتخلص من التأرجحات المفاجئة للسلسلة الزمنية يمكن أن يبدأ حساب النــزعة بحساب متوسط متزلق (مزاح)، حيث نحصل لأجل فاصل زلق مختار m لأجل $1 \leq i \leq n-m+1$ على سلسلة زمنية منــزلقة $HQ'_i ; x'_i$. وتتحقق العلاقة:

$$HQ'_i = \frac{HQ_i + HQ_{i+1} + ... + HQ_{i+m-1}}{m} \quad (13.3)$$

HQ_i قيمة الفيضان في الزمن x_i،

HQ'_i قيمة الفيضان لفاصل زلق في الزمن x'_i ،

m فاصل الزلق،

n حجم البيانات المحيطة.

يقصر طول السلسلة المنــزلقة إلى $n' = n - m + 1$، وترتب قيم الفيضانات المزاحة في منتصف مجال الزلق، ويزداد التخامد مع طول مجال الزلق.

2.1.3.3 احتمال الفيضان

يمكن أن تقيّم مجموعة البيانات المختبرة على التجانس استنادا إلى البارامترات الإحصائية المعروفة، مثل القيمة المتوسطة والانحراف المعياري ومعامل عدم التناظر، وتؤخذ كقاعدة للحساب الإحصائي للقيم الحدية،وبالعادة تستخدم القيم الأكبر لكل عام لضمان الاستقلالية الإحصائية للقيم المأخوذة بهذه الطريقة، وتؤخذ سلسلة البيانات هذه كعينة عشوائية من المجموع لجميع بيانات الفيضان.

القيمة الوسطية

$$MHQ = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} HQ_i \quad (14.3)$$

MHQ قيمة الفيضان الوسطية،

HQ_i قيم الفيضان للعينة العشوائية (مثلا القيمة العظمى في كل عام)،

n حجم العينة العشوائية.

الانحراف المعياري

$$S_{\mathrm{HQ}} = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n}}(HQ_{\mathrm{i}} - MHQ)^2} \qquad (15.3)$$

S_{HQ} الانحراف المعياري كمقياس لانحراف قيم الفيضان عن القيمة الوسطية MHQ،

MHQ قيمة الفيضان الوسطية،

HQ_{i} قيم الفيضان للعينة العشوائية (مثلا القيمة العظمى في كل عام)،

n حجم العينة العشوائية.

عدم التناظر (skew) أو الانحراف

$$c_s = \frac{n \cdot \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n}}(HQ_{\mathrm{i}} - MHQ)^3}{(n-1)\cdot(n-2)\cdot S_{\mathrm{HQ}}^3} \qquad (16.3)$$

c_s معامل عدم التناظر كمقياس لعدم تناظر توزيع قيم الفيضان HQ_{i}

إن بارا مترات العينة العشوائية يمكن أن تفسر على أنها تخمين لبارا مترات العينة الكلية، وشرحت الطرق الأخرى لتخمين البارامترات في (DVWK (1999b.

عندما نقبل أن توزيعات جميع قيم تصاريف الفيضان تتبع لشكل محدد من التوزيع، يمكن أن يعطى احتمال التجاوز أو عدم التجاوز لقيمة فيضان محددة مباشرة. نحصل استنادا لذلك على تصريف الفيضان لاحتمال محدد HQ_{T}

$$HQ_{\mathrm{T}} = MHQ + k_{\mathrm{T}} \,.\, s_{\mathrm{HQ}} \quad [\mathrm{m^3/s}] \qquad (17.3)$$

HQ_{T} تصريف الفيضان الذي يتكرر مرة كل T $[\mathrm{m^3/s}]$،

MHQ قيمة الفيضان الوسطية $[\mathrm{m^3/s}]$،

k_{T} ثابت التكرار والذي يرتبط بالتوزيع والتكرار المختارين [–] T،

s_{HQ} الانحراف المعياري $[\mathrm{m^3/s}]$.

يملك التوزيع لقيم الفيضان معاملاً لعدم التناظر (الانحراف) موجباً، وهذا يعني، أن فيضانات كبيرة قليلة في مجموعة البيانات تقابل قيم فيضانات كثيرة متوسطة الكبر، وإلى

جانب التوزيعات الأخرى، مثل لوغاريتم التوزيع الطبيعي أو تابع توزيع GUMBEL فان تابع توزيع PEARSON-III الذي يأخذ الانحراف c_s (العلاقة 3-16)، مناسب لوصف توزيع قيم الفيضان الحرجة.

الجدول 5.3: قيم k_T لتوزيع PEARSON-III لـ $-1,0 \le C_S \le 3,0$ والتكرار السنوي من 2–200 عام

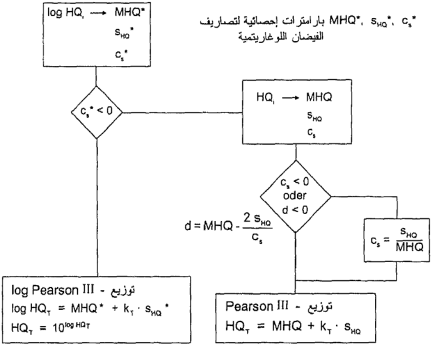
معامل عدم التناظر C_S	احتمال التجاوز بـ %						
	50	20	10	4	2	1	0,5
	التكرار السنوي [a]						
	2	5	10	25	50	100	200
3,0	-0,369	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,5	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,0	-0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-1,0	0.164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
	50	80	90	96	98	99	99,5
	احتمال عدم التجاوز [%]						

لقد وضعت بارا مترات التكرار (قيم k_T) لتوزيع PEARSON - III لمجال الانحراف $c_s = -1,0 - 0,30$ وأزمنة التكرار للفيضان من 2–200 عام. من أجل تابع التوزيع الطبيعي تؤخذ قيم k_T من الجدول السابق من أجل $c_s = 0$.

عندما تكون السلسلة قصيرة يمكن أن ندخل في التحليل الإحصائي قيم الفيضان العظمى التـــي تكون ذات قيمة أعلى من قيمة العتبة، بحيث يجب بكل الأحوال إدخال معيار الاستقلالية بما يتعلق بالفواصل الزمنية لقمم الموجات الفيضانية المقبولة، ومن أجل تشكيل مثل هذه السلاسل الجزئية يستخدم مثلا مضاعف محدد لزمن الموجة العادي كمعيار للتحديد بين قمم الفيضان الداخلة في السلاسل الجزئية.

تتضمن التوصيات المبسطة لـ DVWK القاعدة 101 (DVWK,1979) "نصائح لحساب احتمال الفيضان (DVWK, 1979). انطلاقاً من معايير محددة، ينصح باستخدام توزيع

PEARSON- III أو توزيع PEARSON-III اللوغاريتمي (الشكل 3-7). في (DVWK. 1996b) اتسعت دائرة التوزيعات المنصوح بها حول التحليل الإحصائي لتصاريف الفيضان وأعطيت إرشادات لاستخدامها.



HQ_T تصريف الفيضان ذو التكرار السنوي T(m^3/s)

k_T ثابت التكرار المعياري لتوزيع PEARSON-III لفترة تكرار T(-)

c_s الانحراف المعياري (m^3/s)

s_{HQ} انحراف التوزيع أو عدم التناظر(-)

MHQ قيمة الفيضان الوسطية (m^3/s)

الشكل 7.3: مخطط حساب تصاريف الفيضان لتكرار سنوي معطى T حسب قاعدة DVWK 101(DVWK,1979)

وبالنظر إلى استخدام هذه الطريقة لفترات تكرار طويلة فانه في كل الأحوال يطلب معيار محدد، عادة يصلح أن يكون طول فترة التكرار لا يتجاوز ثلاثة أضعاف طول السلسلة المستخدمة، أما إذا كان المطلوب هو الحساب لفترات تكرار أطول فانه تطبق منطقياً طرق أخرى للتقدير، مثل استخدام التعميم الإقليمي للمعطيات المتوفرة (انظر الفقرة 3-3-5).

2.3.3 حساب تصاريف الفيضان من الهطول

طريقة أخرى لحساب تصاريف الفيضان هي استنتاج الفيضان من الهطولات، فتكون قيم الهطول بتتابع محدد هي عناصر الإدخال (المعطيات) في نظام الحوض الساكب في حين يكون الجريان السطحي هو استجابة الحوض لهذا الهطول، ويكون الربط بين الهطول والجريان أو الفيضان عن طريق نماذج الهطول – الجريان – (N-A-Models)، أي عن طريق برامج حاسوبية تمثّل خواص الحوض الساكب بتفصيل بسيط أو كثير.

1.2.3.3 تشكيل وتركيز الجريان

عادة يتم عند نمذجة عمليات الهطول – الجريان التمييّز بين مركبات تشكيل الجريان وتركيزه، فعندما تشمل عمليات تشكيل الجريان الجزء من الهطول أو الفيضان الذي يشارك في الجريان (الهطول الفعاّل) وبالتالي يؤدي إلى تحديد حجم موجة الفيضان. أما تركيز الجريان فيصف تحويل أجزاء الهطول الفعّال في مقطع ما من الحوض الساكب وكذلك يعطي قبل كل شيء شكل الموجة الفيضانية (شكل منحنـــي التصريف). في الحقيقة تكون هاتان العمليتان مرتبطتين مع بعضهما البعض، ولكن نمذجتهما بشكل منفصل أثبت فاعلية في الحياة العملية.

2.2.3.3 نمذجة الصندوق الأسود

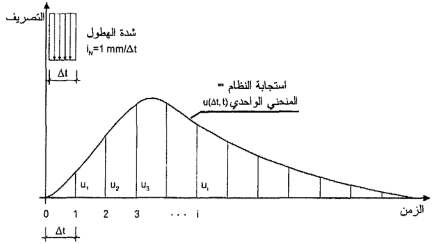
هناك استخدام بسيط لنمذجة عملية الهطول – الجريان هو شمول عمليات تشكل التصريف وتركيزه في نظام كنظام الصندوق الأسود، بذلك تربط المعطيات والنتائج بشكل واضح مع بعضها بعلاقة مشتقة تجريبياً، بدون وضع التأثيرات السببية ضمن حساب الصندوق الأسود.

معامل التصريف

في عملية تشكيل الجريان يتم بشكل بسيط تحديد الهطول الفعّال من مجمل الهطول المعطى عن طريق معامل الجريان، والذي يمكن أن يتم استنتاجه بواسطة علاقات معروفة للهطول مع الجريان من خلال مقارنة للحجوم (انظر الفقرة 3-2-3).

المنحنـــي الواحدي

يخدم نموذج منحنـــي الواحدة لوصف تركيز الجريان، والذي يعطي لكل مجموعة معطيات بشكل هطولات فعالة منحنـــي تصريف محدد (استجابة للهطولات) من خلال خواص تحويلية للحوض الساكب، يسمى منحنـــي التصريف هذا بالتصريف المباشر. إن استجابة التصريف للنظام (الصندوق الأسود) والناتج عن هطولات فعالة معطاة مقدارها 1mm لفترة هطول مختارة Δt تسمى منحنـــي الواحدة "Hydrograph Unit" (الشكل 3-8).



الشكل 8.3: منحنـــي الواحدة (هيدروغراف وحدة) – استجابة نظام الحوض لحادثة هطول بشدة مطرية $1mm/\Delta t$

الشرط هو أن تبقى الخطية وكذلك فاصل الزمن للعملية بدون تغيير، هذا يعنـــي، إن جواب التصريف لمجال الارتفاعات الممكنة وتتابع الهطولات الفعّالة للتصريف يجب أن تبقى ثابتة. تحت هذا الشرط يمكن أن تحدد منحنيات التصريف الناتجة عن أي تتابع للهطولات المعطاة (انظر الشكل 3-9).

توصف هذه العملية بالعلاقة (3-18)

$$Q_{D,i} = \sum_{i=1}^{n}(u_{i-j+1} \cdot I_{eff,j})\Delta t\,[m^3/s] \qquad (18.3)$$

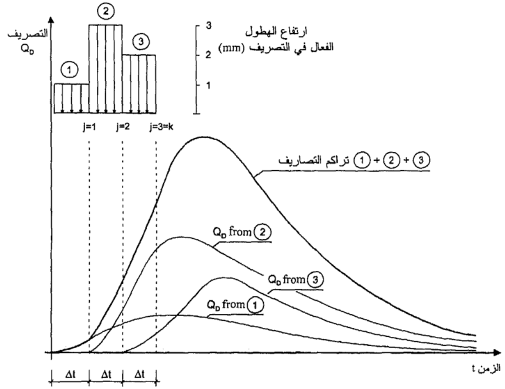
$Q_{D,i}$ التصريف المباشر عند الزمن i (m^3/s)،

u متحول منحنـــي الواحدة $[m^3/(s\cdot mm)]$

$I_{eff,j}$ شدة الهطول الفعّال للتصريف mm/Δt،

Δt الخطوة الزمنية (فاصل الزمن).

إن التصريف المباشر Q_D المحسوب هو لوحده استجابة التصريف على الهطول الفعّال بتغيراته المدروسة، إضافة لذلك يأتـــي التصريف القاعدي للمجاري المائية (التصريف غير المباشر).



الشكل 9.3: منحنـــي التصريف بواسطة تراكم أجوبة النظام نتيجة لتتابع حوادث هطول المختلفة (هنا: 3 حوادث الهطول كل منها لمدة زمنية Δt؛ المدة الزمنية الكلية $(3.\ \Delta t)$

لقد انتقي منحنـــي الواحدة عبر خطوات مناسبة من علاقات التصريف – الهطول المقاسة عبر عملية عكسية. باعتبار أنه أخذ في صيغة المنحنيات الواحدية الكلاسيكية مطر منتظم فوق كامل الحوض الصبّاب، لذلك فان مساحة الحوض الساكب غالبا تكون محدودة، وبالنسبة للشروط الطرفية المناخية والمورفولوجية (الظروف المحيطة) في ألمانيا فان هذه المساحة اعتبرت بحدود 1000كم^2 تقريباً.

هذه الطريقة تكون مناسبة عندما تكون علاقات التصريف - الهطول المقاسة ذات نوعية جيدة وعند اتخاذ الخطية وتغير الزمن في مجال استكمال العملية بشكل جيد وصحيح. بهذه الطريقة يمكن ألا تنشأ التغيرات ضمن النظام، مثلا عبر تغير الصيغة أو مواصفات التخزين. فعندما ننظر إلى مجموعة المعطيات بهذا الأسلوب كمجموعة غير متجانسة أو لا تحتوي على معطيات مفيدة، يجب الابتعاد عن استنتاج المنحنـــي الواحدي من هذه المجموعة، وينصح في هذه الحالة تحديد استنتاجي للمنحنـــي الواحدي عبر الأقلمة (التعميم) وذلك من البيانات المعروفة المناسبة (انظر الفقرة 3-3-5-3).

3.2.3.3 النمذجة التفصيلية للمساحات

عند عدم توفر قاعدة بيانات كافية وخصوصاً عند طرح أسئلة تتعلق بالتغيرات في الحوض الساكب يتم البحث عن العمليات المهمة لتشكل الجريان وتركيزه نسبة إلى المساحات الجزئية وتغير الخواص للأجزاء المختلفة. تربط هذه الخواص بمواصفات محددة للحوض الساكب أو أجزاء الحوض الساكب وشبكة المجاري المائية. بذلك يستند نشوء العملية على الغالب على نظريات نمذجة معللة فيزيائياً، وجزئياً أيضاً على ارتباطات معللة تجريبياً، وهنا لا يوجد خط فاصل دقيق، على اعتبار أن استخدامات النمذجة المعللة فيزيائياً في هذا السياق سوف تقرّب عبر معايرة المتحولات.

في مجال تشكل الجريان يمكن استخدام المتحولات الموجهة لكل جزء وكذلك معاملات التصريف المتغيرة زمنياً والتـــي تعتمد على علاقات التسرب (DVWK, 1999c).

طريقة -SCS

لقد لقيت الطريقة المطّورة من SCS (US-Soil Conservation Service) انتشاراً واسعاً، وحسب هذه الطريقة يتم تحديد الهطول الفعّال تبعا لنوع التربة واستخداماتها بالعلاقة مع ارتفاع الهطول الساقط (DVWK, 1999c)، وان نسبة الهطول الفعّال h_{eff} إلى الهطول الساقط h_{N} تعادل نسبة المخزون الحالي للتربة من الماء إلى مقدرة التخزين العظمى $S_{\max}$. لقد تم حسم الفاقد البدائي A_{v} سلفاً والمقدّر بـــ 20% من مقدرة التخزين العظمى من هذه العلاقة

$$\frac{h_{\text{eff}}}{h_{\text{N}} - A_{\text{v}}} = \frac{h_{\text{N}} - h_{\text{eff}} - A_{\text{V}}}{S_{\max}} \qquad (19.3)$$

مع اعتبار

$$A_v = 0,2 \,.\, S_{max} \tag{a20.3}$$

و

$$S_{max} = 25,4\left(\frac{1000}{CN} - 10\right) \tag{b20.3}$$

ونحصل على الهطول الفعّال h_{eff}

$$h_{eff} = \frac{\left(h_N - \frac{5080}{CN} + 50,8\right)^2}{N + \frac{20320}{CN} - 203,2}[mm] \tag{21.3}$$

h_N الهطول الساقط [mm]،

h_{eff} الهطول الفعّال [mm]،

CN متحول خاص بالمنطقة [-]

إن المتحول CN يتعلق بنوع التربة واستخدامها والرطوبة البدائية وهو متحول مرتبط بالمنطقة ويتحول من القيمة صفر إلى 100. تقع قيم CN في الواقع بين 40 و80. ضمن مساحة بأنواع مختلفة من الترب، وعند الاستخدامات المتنوعة يؤخذ بالاعتبار الوسطي الموزون حسب هذه المساحات المحددة المختلفة عندما تكون ارتفاعات الهطول صغيرة، ويتم تقدير قيم التصاريف حسب هذه الطريقة بحيث يعطي قيما أخفض، وقد قسمت أنواع الترب إلى

A مقدرة كبيرة على التسرب،

B مقدرة متوسطة على التسرب،

C مقدرة منخفضة على التسرب،

D مقدرة منخفضة جدا على التسرب.

عند ذلك يمكننا أخذ قيم CN المميزة من الجدول (3-6).

لشرح تركيز الجريان في الحوض الساكب يوجد كم واسع من القوانين أو العلاقات، تبدأ مع استخدام زمن الجريان كما هو معلوم من تصريف مياه المدينة حتـــى الحل الكامل لجملة علاقات SAINT-VENANT للانتقال المعلّل فيزيائيا لأمواج الفيضان في المجاري المائية (انظر الفقرة 4-8-1). لم تعد إمكانية أو سعة الحساب مسألة مطروحة هذه الأيام، لكن تكون المسألة الأساسية عند اختيار مكونات النموذج هي البيانات المتوفرة.

الجدول **6.3**: قيم *CN*– لطريقة –SCS– رطوبة تربة متوسطة (DVWK,1984b)

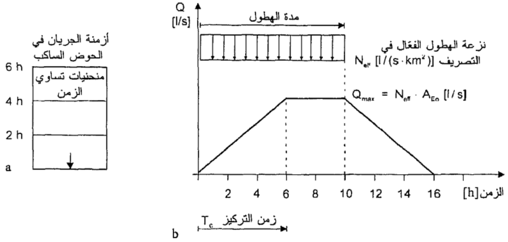
استخدام التربة	CN لنوع التربة			
	A	B	C	D
بدون غطاء نباتـــي يذكر، أرض بور	77	86	91	94
عنب، نباتات درنية	70	80	87	90
عنب (مدرجات)	64	73	79	82
حبوب، نباتات علفية	64	76	84	88
مراعي(طبيعية)	49	69	79	84
مراعي (قليلة)	68	79	86	89
مروج دائمة	30	58	71	78
غابة (تربتها رخوة، منكوشة)	45	66	77	83
غابة (تربتها وسط)	36	60	73	79
غابة (تربتها كتيمة)	25	55	70	77
مساحات غير نفوذة (جزء كتيم من المنازل، الشوارع، ..)	100	100	100	100

بعض الصيغ الجاري استخدامها لتشكيل تركيز التصريف (منحنـــي التصريف) تشرح حسب أسس وإمكانيات استخدام كما يلي بشكل مقتضب.

صيغة زمن الجريان

تعطي صيغة زمن الجريان استجابة التصريف من الحوض الساكب عبر زيادة أجزاء المساحة والتـــي تحاط بمنحنيات ذات أزمنة جريان متساوية (انظر الشكل 3-a10)، ومع تزايد مدة الهطول تساهم دوماً مساحات أكبر في التصريف عند نقطة المراقبة، عندما تكون مدة الهطول أكبر من زمن الجريان الأكبر في الحوض الساكب تشترك كل مساحة الحوض

الساكب في التصريف. ويتم الوصول إلى التصريف الأعظمي Q_{max} بشرط ثبات التصريف الفعّال من واحدة المساحة. بعد انتهاء فترة الهطول يفرغ الحوض الساكب مرة أخرى (انظر الشكل 3-10 ب).



الشكل 10.3: صيغة زمن الجريان في الحوض الساكب الممثل مع زيادة المساحة الخطية (كروكي)
a. الحوض الساكب الممثل b. التصريف في حالة زيادة المساحة الخطية

يسمى أطول زمن للجريان في الحوض الساكب زمن التركيز T_c. يمثل هذا الزمن الفترة الزمنية اللازمة حتـــى يساهم كامل الحوض الساكب في التصريف المباشر Q_D. يحدد زمن التركيز غالبا حسب علاقة KIRPICH (1940) التجريبية الآتية بأبعاد مترية:

$$T_c = \left(0{,}868\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385} \qquad (22.3)$$

T_c زمن التركيز [h]،

L طول المسار [km]،

H فرق الارتفاع [m].

تستند طريقة مخطط السيل المعروفة من شبكة صرف المدينة (CARP,1952) على صيغة زمن الجريان، وتقتصر بذلك على تشكيل مواصفات حركة عمليات تركيز الجريان. يفهم

من الحركة هو الانـــزياح الزمنـــي لمنحنـــي التصريف الخارج مقابل منحنـــي الجريان القادم ذا العلاقة.

في المجاري المائية السطحية تعتبر عملية النقل، التـــي تصف ترتيب أجزاء التصريف حسب زمن جريانها، هي العنصر الأساس في عملية التخزين، أي العنصر الذي يشكل خواص التخزين من الحوض الساكب ومن المجاري المائية (مثلاً شكل تخزين البحيرة).

تخزين البحيرة

يحّول جريان الفيضان القادم إلى إحدى البحيرات عبر التخزين الحجمي للبحيرة إلى منحنـــي التصريف المتغير عند مخرج البحيرة (الشكل 3-11). هذا التحّول بالعلاقة بين منحنـــي التصريف عند مخرج البحيرة وتغير تابع التخزين للبحيرة يعطي العلاقة:

$$QZ - QA = \frac{dS}{dt} \qquad (23.3)$$

QZ الجريان القادم،

QA الجريان الخارج،

dS/dt تغيّر حجم التخزين مع الزمن.

يرتبط الجريان الخارج وحجم التخزين بالشكل $S = f(w)$ و$QA = f(w)$ مع منسوب الماء w في البحيرة بشكل واضح. لأجل فاصل زمنـــي حسابـــي نهائي Δt نحصل من العلاقة (3-23) على:

$$\frac{QZ_1 + QZ_2}{2} - \frac{QA_1 + QA_2}{2} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \qquad (24.3)$$

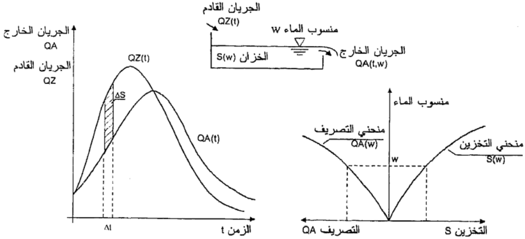
$$QZ_1 = QZ(t) \qquad QZ_2 = QZ(t + \Delta t)$$

$$QA_1 = QA(t) \qquad QA_2 = QA(t + \Delta t)$$

يمكن أن تحل العلاقة (3-24) بهذا الشكل فقط عبر التقريب المتتالي، والأسهل هو استخدام حل مباشر حسب PULS(CHOW, 1964). بعد إعادة الصياغة يمكن كتابة العلاقة (3-24) مع $\Delta S = S_2 - S_1$

بالشكل:

$$\left(\frac{S_2}{\Delta t}+\frac{QA_2}{2}\right)=\left(\frac{S_1}{\Delta t}+\frac{QA_1}{2}\right)-QA_1+\frac{QZ_1+QZ_2}{2} \qquad (25.3)$$

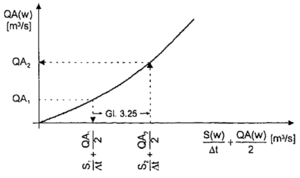


الشكل 11.3: رسم توضيحي لتخزين البحيرة

باعتبار أن التصريف QA وحجم التخزين S مرتبطان بشكل واضح مع منسوب ماء البحيرة يمكن كتابة التابع المساعد الآتـــي بعد إعطاء قيمة Δt

$$QA=f\left(\frac{S}{\Delta t}+\frac{QA}{2}\right) \qquad (26.3)$$

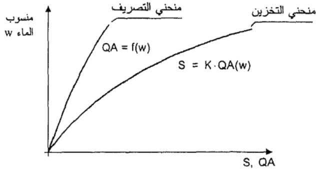
بعد جمع كل القيم المعروفة للطرف الأيمن من العلاقة (3-25) يمكن الحصول على التصريف المبحوث عنه QA_2 مباشرة من التابع المساعد المذكور أعلاه عند نهاية خطوة الزمن للحساب (الشكل 3-12).



الشكل 12.3: حل علاقة تخزين البحيرة حسب PULS

الخزان الخطي

تعطى إمكانية أخرى للحل المباشر للعلاقة (3-23) أثناء اتخاذ العلاقة الخطية بين حجم التخزين والتصريف. باعتبار أن منحنـــي التصريف ومنحنـــي حجم التخزين يظهران بشكل عام طبيعة مشابهة في مسارهما، يمكن في حالات كثيرة الانطلاق من التبسيط بأن تابع التخزين ومنحنـــي التصريف مرتبطان بشكل خطي (الشكل 3-13).



الشكل 13.3: تعريف التخزين الخطي

يسمى الخزان الذي يمكن أن يوصف بهذه الطريقة بالخزان الخطي. نحصل مع w كمنسوب ماء لأجل تابع التخزين S للخزان الخطي على:

$$S(w) = K \cdot QA(w) \tag{27.3}$$

$S(w)$ حجم التخزين عند منسوب الماء w،

$QA(w)$ التصريف من الخزان عند منسوب الماء w،

K ثابت الخزان.

عبر الثابت K (ذو واحدة الزمن) يمكن وصف حجم التخزين الخطي. وبذلك يمكن تبسيط علاقة التخزين العامة (3-23) بالشكل

$$QZ - QA = k \cdot \frac{dQA}{dt} \tag{28.3}$$

بعد إدخال خطوة الزمن النهائية Δt في العلاقة (3-28) ينتج

$$\frac{QA}{\Delta t} = \frac{1}{K}\left[\frac{QZ(t+\Delta t)+QZ(t)}{2} - \frac{QA(t+\Delta t)+QA(t)}{2}\right] \tag{29.3}$$

مع

$$QZ_1 = QZ(t)\ QZ_2 = QZ(t+\Delta t)$$

$$QA_1 = QA(t)\ QA_2 = QA(t+\Delta t)$$

العلاقة

$$\frac{QA_2 - QA_1}{\Delta t} = \frac{1}{K}\left[\frac{QZ_1 + QZ_2}{2} - \frac{QA_1 + QA_2}{2}\right] \quad (30.3)$$

بعد إعادة الصياغة والحل حسب QA_2 تصبح:

$$QA_2 = QA_1 + (QZ_1 - QA_1)\frac{\Delta t}{K + 0{,}5\Delta t} + \frac{0{,}5\Delta t}{K + 0{,}5\Delta t}(QZ_2 - QZ_1) \quad (31.3)$$

عندما يتم إدخال

$$C = \frac{\Delta t}{K + 0{,}5\Delta t} \quad (32.3)$$

في العلاقة (3-31) نحصل على العلاقة

$$QA_2 = QA_1 + C(QZ_1 - QA_1) + 0{,}5 \cdot C(QZ_2 - QZ_1)[\mathrm{m^3/s}] \quad (33.3)$$

أو بكتابتها بشكل آخر

$$QA_2 = C\frac{QZ_1 + QZ_2}{2} + (1 - C)QA_1 \qquad [\mathrm{m^3/s}] \quad (34.3)$$

سلسلة خزانات خطية

لأجل سلسلة خزانات خطية (مجموعة أجزاء متتابعة من القنوات التخزينية المفصولة ببوابات) يمكن أن يعطى كذلك الحل للتصريف الخارج عند نهاية سلسة خزانات خطية والناتجة عن دفعة حجمية مساوية للواحدة (المدخلات واحدة الحجم).(ROSMANN and VEDRAL,1970). لكل أعداد الخزانات الخطية n و$t = m \cdot \Delta t$ ينتج لأجل جريان قادم ثابت خلال Δt تصريف خارج عند نهاية سلسلة الخزانات يعادل:

$$u(m \cdot \Delta t) = \frac{1 \cdot \Delta t}{(n-1)!K}\left(\frac{m \cdot \Delta t}{k}\right)^{(n-1)} \cdot e^{-\frac{m \cdot \Delta t}{K}} \quad (35.3)$$

عندما نختار الخطوة الزمنية $\Delta t = K$ يمكن أن نكتب بشكل مبسط

$$u(m \cdot \Delta t) = \frac{1}{(n-1)!} m^{(n-1)} \cdot e^{-m} \qquad (36.3)$$

يحدد شكل استجابة هذا التصريف الخارج الواحدي على الحجم الواحدي المعطي (الداخل) 1 عبر المتحول n (عدد الخزانات) وK (ثابت التخزين للخزان). لأجل عدد خزانات $n(1 \le n \le 5)$ تم عرض القيم $u(t)$ لمنحنـــي التصريف الخارج الواحدي المعياري حسب العلاقة (3-36) بالعلاقة مع تغيرات الخطوة الزمنية m في الجدول (3-7).

الجدول 7.3: منحنيات التصريف الواحدية المعيارية $u(t)$ حسب العلاقة (3-36) لسلسلة خزانات خطية: n – عدد الخزانات و$t = m \cdot \Delta t$، ثابت التخزين لخزان $k = \Delta t$

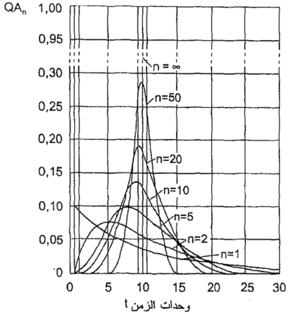
m	n					m	n				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
0,0	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,0	0,050	0,149	0,224	0,224	0,168
0,1	0,905	0,090	0,005	0,000	0,000	3,5	0,030	0,106	0,185	0,216	0,189
0,2	0,819	0,164	0,016	0,001	0,000	4,0	0,018	0,073	0,147	0,195	0,195
0,3	0,741	0,222	0,033	0,004	0,000	4,5	0,011	0,050	0,112	0,168	0,190
0,4	0,670	0,268	0,054	0,007	0,001	5,0	0,007	0,034	0,084	0,140	0,175
0,5	0,606	0,303	0,076	0,013	0,002	5,5	0,004	0,022	0,061	0,112	0,153
0,6	0,549	0,329	0,100	0,020	0,003	6,0	0,002	0,015	0,045	0,089	0,134
0,8	0,449	0,359	0,144	0,038	0,008	6,5	0,002	0,010	0,032	0,069	0,112
1,0	0,368	0,368	0,184	0,061	0,015	7,0	0,001	0,006	0,022	0,052	0,091
1,2	0,301	0,361	0,217	0,087	0,026	7,5	0,001	0,004	0,016	0,039	0,074
1,4	0,247	0,345	0,241	0,112	0,039	8,0	0,000	0,003	0,011	0,029	0,057
1,6	0,202	0,323	0,258	0,138	0,055	8,5	–	0,002	0,007	0,021	0,044
1,8	0,165	0,298	0,268	0,161	0,072	9,0	–	0,001	0,005	0,015	0,034
2,0	0,135	0,271	0,271	0,180	0,090	9,5	–	0,001	0,003	0,011	0,025
2,5	0,082	0,205	0,257	0,214	0,134	10,0	–	0,000	0,002	0,008	0,019

في الاستخدام العملي يتم الحصول على منحنيات التصريف من سلسلة الخزانات لكل خطوة زمنية من منحنيات التصريف الواحدية المعيارية حسب العلاقة (3-36) عبر الضرب بالجزء القادم غير المستقر، والتـــي جمعت عبر التراكم لأحد منحنيات تصريف كلي.

إن سلسلة الخزانات الخطية هي قاعدة أساسية لاستخدامات كثيرة ملائمة لتحويل التصاريف، والتـــي تغطي مجالا كاملا من التحويلات عبر البارامترات n (عدد الخزانات) وk (ثابت التخزين للخزانات الخطية المنفردة). إن اختيار البارامترات $n = 1$ و$k = T(h)$ يشكل

حالة تخزين في البحيرة كخزان خطي منفرد. يقود عدد الخزانات المتزايد n إلى تناقص تأثير التخزين وزيادة تأثير الحركة أو الانتقال (الجريان) لنفس حجم الخزان الكلي. يمثل الجمع بين $n = \infty$ و $\sum k_n = T(h)$ إزاحة تامة لمنحنـــي التصريف على كامل المدة لثابت التخزين T.

يبين الشكل (3-14) قيمة التصريف الخارج QA_n على التصريف القادم $QZ = 1 \cdot t$ لعدد خزانات متزايد n عند استطاعة تخزين كلية ثابتة ($\sum k_n = 10 \cdot t$).

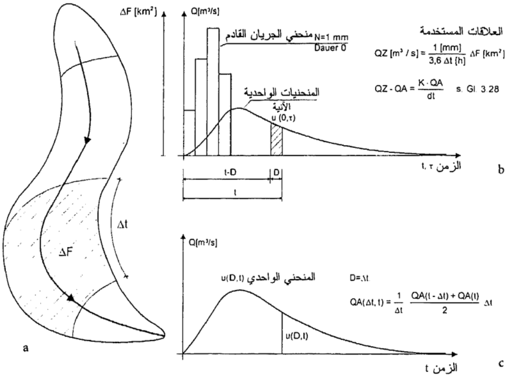


الشكل 14.3: تأثير عدد الخزانات n لسلسلة خزانات خطية لنفس استطاعة التخزين الكلية ($\sum k_n = 10 \cdot t$)

نموذج كلارك (Clark-Model)

يقود ربط مكونات الحركة أو الانتقال لصيغة زمن الجريان مع الخزان الخطي كعنصر للتخزين إلى استخدام بسيط وعملي لنموذج تركيز الجريان (CLARK,1945).

قاعدة أساسية لاستخدام النموذج هي مخطط – المساحات – الزمن للحوض الساكب. مخطط المساحات – الزمن هو شكل لناتج المساحات المحاطة بواسطة منحنيان زمن الجريان المتساوي (خطوط تساوي الزمن، انظر الشكل 3-15a) ضمن الحوض الساكب بالنسبة لمحور الزمن (انظر الشكل 3-15 b).



الشكل 15.3: منحنـــي الدخول الواحدي حسب مخطط المساحات – الزمن حسب (CLARK,1945).
a حوض ساكب بخطوط تساوي الزمن، b مخطط المساحات – الزمن والمنحنـــي الواحدي الآنـــي والمنحنـــي الواحدي

عندما نفترض وجود هطول واحدي في زمن قصير جداً وزع على الحوض الساكب بشكل طبقة ماء بارتفاع 1mm، فينتج عند مخرج الحوض استجابة آنية لشكل مخطط المساحات – الزمن بالشكل:

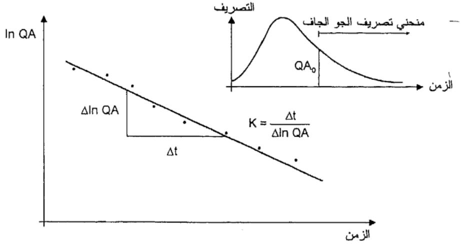
$$Q(i \cdot \Delta t) = \frac{1[\text{mm}] \cdot \Delta F_i [\text{km}^2]}{3{,}6 \cdot \Delta t [\text{h}]} [\text{m}^3/\text{s}] \qquad (37.3)$$

عندما نعطي فقط هذه الاستجابة الآنية للانتقال إلى أحد الخزانات الخطية، الذي يشكل مواصفات التخزين للحوض الساكب، نحصل على المنحنـــي الواحدي الآنـــي الحاوي على الأثر التخزينـــي $u(0, \tau)$ – انظر الشكل (b 15-3) الذي منه يستنتج المنحنـــي الواحدي لمدة محدودة $u(D, t)$ (انظر الشكل (c 15-3):

$$u(D,t) = \frac{1}{D}\int_{t-D}^{t} u(0,\tau)d\tau \qquad (3.38)$$

عندما يتم إدخال الخطوة الزمنية للحساب Δt كمدة D، تنتج علاقة عمل لحساب المنحنـــي الواحدي بالشكل:

$$QA(\Delta t,t) = \frac{1}{\Delta t}\frac{QA(t-\Delta t)+QA(t)}{2}\cdot \Delta t\left[\mathrm{m^3/s}\right] \qquad (3.38a)$$



الشكل 16.3: ثابت التخزين k من منحنـــي تصريف المناخ الجاف

حساب ثابت التخزين K

إلى جانب مخطط المساحات - الزمن المميز للمنطقة يكون ثابت التخزين k متحول هام للمنطقة. يمكن أن يحدد الثابت K من منحنـــي التصريف المقاس وللجزء الهابط منه (منحنـــي تصريف المناخ الجاف). ويتم الافتراض بأن الجزء الهابط من منحنـــي التصريف يماثل تابع التصريف الخارج للخزان الخطي بدون جريان قادم (الشكل 3-16).

من العلاقة (3-28) مع اعتبار $QZ = 0$ نحصل على:

$$k = -QA\frac{dt}{dQA} \qquad (3.39)$$

بالتكامل ينتج تابع التصريف الخارج للخزان الخطي بدون جريان قادم:

$$QA = QA_0 \cdot e^{-t/K} \qquad (3.40)$$

وبعد أخذ اللوغاريتم

$$\ln QA = \ln QA_0 - \frac{1}{k}t \qquad (3.41)$$

يكون الميل السالب للمستقيم المار بين التصاريف الموقّعة لوغاريتميا للجزء الهابط من المنحنـــي هو ثابت الخزان للحوض الساكب الذي تم تمثيله بخزان خطي

$$K = \frac{\Delta t}{\Delta \ln QA} \qquad (3.42)$$

3.3.3 انتقال أمواج الفيضان في المجاري المائية

تتشوه أمواج الفيضان عند مرورها في جزء من المجرى المائي، والسبب في ذلك يعود إلى أنه عند زيادة منسوب الماء يحصل تخزين في المجرى المائي والضفاف المرافقة. عند شروط طرفية (محيطية) محددة ومبسطة يمكن أن توصف هذه الحركة من الجريان غير المستقر فيزيائياً وبشكل ممتاز عبر جملة المعادلات التفاضلية لـــ SIANT-VENANT.

لحل جملة المعادلات هذه تتوفر طرق حل عددية مختلفة (انظر الفقرة 4-8-1). هذه الطرق الحسابية المبسطة فيزيائيا وبشكل ممتاز ومع اعتبار التبسيطات الضرورية، التـــي ليست دوما قريبة من الواقع، لذلك تستخدم إلى جانب هذه الطرق أيضا طرق تقريبية مبسطة لوصف انتقال أمواج الفيضان في المجاري المائية. تبنـــى هذه الطرق على الحالة الخاصة لتخزين البحيرة، وتستكمّل بالافتراضات المختلفة للعلاقة التصريف - الحجم، والتـــي تشكل حالة عدم استقرار موجة الفيضان بشكل تقريبي.

1.3.3.3 طريقة مسكنغهام Muskingum

سميت طريقة مسكنغهام نسبة إلى النهر الذي استخدمت فيه لأول مرة، واستكملت علاقة تخزين مع التصريف فرضت أنها خطية ولها بارامترات مناسبة بجزء تخزينـــي غير مستقر، والأمر الحاسم لزيادة الآثار التخزينية غير المستقرة هو الفرق بين التصريف القادم والخارج وثابت مسكنغهام X كثابت للملاءمة (توفيقي) (CHOW,1964)

$$S = K \cdot QA + K \cdot X(QZ - QA) \qquad (3.43)$$

S حجم التخزين في جزء المجرى المائي $[m^3]$،

K ثابت التخزين [s,h]،

QA التصريف الخارج من جزء المجرى المائي [m^3/s]،

X بارامتر الملائمة (توفيقي) [-]،

QZ التصريف القادم إلى جزء المجرى المائي [m^3/s]

بالعودة إلى العلاقة (3.16) لأجل خطوة زمنية Δt كعلاقة عمل ينتج:

$$QA_2 = QA_1 + C_1\ (QZ_1 - QA_1) + C_2(QZ_2 - QZ_1) \tag{3.44}$$

مع

$$C_1 = \frac{\Delta t}{K(1-X)+0{,}5\Delta t}$$

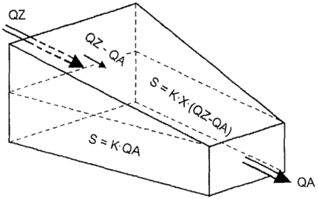
$$C_2 = \frac{0{,}5\Delta t - K \cdot X}{K(1-X)+0{,}5\Delta t}$$

يقع بارامتر الملاءمة(التوفيقي) X بين 0 و1. عندما يكون $X = 0$ يرجع استخدام مسكنغهام (الشكل 3-17) إلى علاقة التخزين الخطية البسيطة، وعندما $X = 0{,}5$ تنتج إزاحة زمنية كاملة لموجة الفيضان بقيمة الزمن K بدون أي تخفيض.

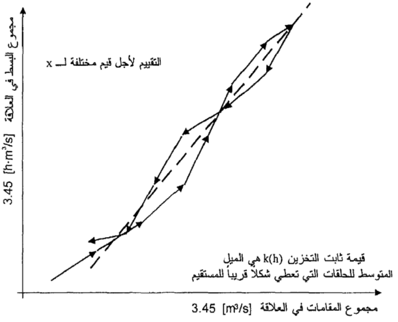
لا يمكن استنتاج المتحول K وX من بيانات المجرى المائي. إن استخدام المتحولات ذات العلاقة K وX التـــي تصف تأثير الانتقال في الجزء المدروس يحدد من قياسات العلاقات الجريان القادم – التصريف الخارج. يعطي حل العلاقة (3-44) حسب K:

$$K = \frac{0{,}5\Delta t\left[(QZ_2 + QZ_1) - (QA_2 + QA_1)\right]}{X(QZ_2 - QZ_1) + (1-X)(QA_2 - QA_1)} \tag{3.45}$$

بسط ومقام هذه العلاقة يقيّمان بخطوات لـــ Δt بشكل منفصل، ويجمعان ويرسمان بيانيا مقابل بعضهما بعضا. لأجل قيم مختلفة ومختارة لـــX نحصل على حلقات مختلفة. تعطي الحلقات التـــي يقع فيها جزء صاعد ونازل بجانب بعضهما بعضا بشكل قريب جداً – القيمة الأقرب لـــ X. إن قيمة ثابت التخزين K هي الميل الوسطي للحلقات المختارة (القريبة من بعضها) (الشكل 3-18).



الشكل 17.3: رسم تخطيطي لاستخدام مسكنغهام



الشكل 18.3: رسم تخطيطي لحساب بارامترات مسكنغهام

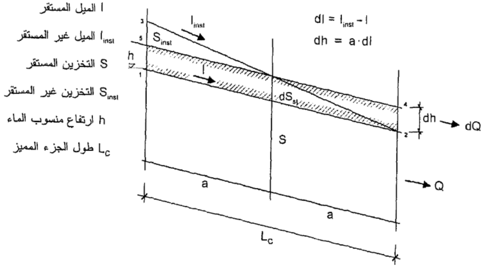
إن الخطوة الزمنية Δt يجب ألا تختار أصغر من $K.X$. 2. عند تجاوز هذا الشرط ينـــزل منحنـــي التصريف الخارج في خطوة الزمن الأولى تحت التصريف المستقر البدائي قبل البدء في ازدياد موجة الفيضان.

2.3.3.3 طريقة كالينين – ميلياكوف Kalinin-Miljukov - Method

تنطلق طريقة كالينين وميلياكوف (ROSMANN and VEDRAL,1970) من أن قيمة

إسفين التخزين غير المستقر (3-2-1) وعدم استقرار منسوب الماء يرتبطان بطول جزء المجرى المائي المدروس (انظر الشكل 3-19). فعندما نجد طول الجزء المميّز L_c، الذي يرتبط فيه حجم جزء التخزين غير المستقر والتصريف الخارج الزائد غير المستقر بنفس الأسلوب كما هو في الخزان والتصريف الخارج في الحالة المستقرة، يمكن أن نرجع العملية الكاملة ونبسطها إلى طريقة حساب مستقر.

بإعطاء $dS_{st} = S_{inst}$ ينشأ كشرط لامكانية المقارنة لتزايد التخزين dS_{st} من أجل صيغة الحساب المستقر (5-4-2-1) بجزء التخزين غير المستقر S_{inst} (3-2-1) (انظر الشكل 3-19)



الشكل 19.3: طول الجزء المميز L_c حسب كالينين وميلياكوف

$$dh = a \cdot dI \tag{3.46}$$

لدى الاشتقاق نحصل على الصيغة الهيدروليكية المبسطة للتصريف المستقر:

$$Q = m \cdot \sqrt{I} \tag{3.47}$$

m معامل هيدروليكي (مبسط)

$$dQ = \frac{m}{2} \cdot I^{\frac{-1}{2}} \cdot dI \tag{3.48}$$

بعد إعادة الصياغة للمعادلة (3-46) ينتج طول الجزء المميز L_c (حيث $L_c = 2.a$) (انظر الشكل 3-19) إلى:

$$L_c = \frac{Qdh}{IdQ} \quad (3.49)$$

إن اشتقاقdh/dQ– أو عند التقييم في خطوات ارتفاع محددة Δh– يكون $\Delta h/\Delta$Q هو تزايد منحنـــي التصريف للمجاري المائية في مجال التصريف المدروس لتأثير التخزين وI ميل منسوب الماء الوسطي على مسافة المجرى المائي المدروس. لأجل سلسلة الأجزاء المميزة المعرفة بهذا السياق ينفذ حساب الجريان بإحدى الأدوات المستخدمة في حساب تخزين البحيرة (انظر الفقرة 3-3-2).

4.3.3 نماذج الهطول – التصريف المركبة

مع نمو استطاعة الحواسيب تصبح محدودية ربط العناصر الأساسية في مختلف المستويات لتشكل التصريف وتركيزه بنماذج الأنظمة المعقدة دوما أقل. في التطور المطّرد لنماذج محاكاة ظواهر الفيضان المنفردة تستخدم بشكل متزايد نماذج تامة، التـــي أيضا تستخدم المياه خلال الفترة الزمنية بين فيضانين بشكل اقتصادي وتمكّن بهذه الطريقة من موازنة استراتيجيات الاستثمار.

بشكل أساسي يجب أن يتم بعد ذلك نمذجة غير مكلفة أكثر مما هو مطلوب للإجابة على تساؤلات محددة،ولا يكون النموذج ذو الكلفة الأعلى هو الأفضل وإنما النموذج الذي يوضح العلاقة المبحوث عنها بأقل التكاليف بشفافية تامة، حيث يتم استخلاص نتائج عن العلاقات المعقدة وأيضاً عن طريق استخدام نماذج معقدة. وبالعودة إلى قاعدة آنشتاين المكتوبة، "حل المشاكل بسهولة قدر المستطاع، لكن ليس ببساطة". تلامس هذه القاعدة بشكل خاص أيضا علاقة نماذج الهطول – الجريان.

ينصح للحصول على أفكار مطلقة عن التصاريف بالتأكيد اللجوء إلى معايرة علاقات – الهطول – الجريان، بينما للحصول على أفكار واستنتاجات نسبية تكون نمذجة دقيقة للشروط الطرفية المتغيرة على العكس هي الأساس.

إن مجال استخدام نماذج الهطول – الجريان (نماذج -N-A) يبدأ من حساب منشآت الحماية من الفيضان وإيجاد الحل الأمثل لتشغيل المنشآت المائية الاقتصادية وأنظمة المنشآت لتقدير تأثير المؤثرات الإنسانية وحتـــى التنبؤ العملي بالفيضانات والأنظمة المستنتجة من

ذلك للتوجيه المباشر على شبكة الانترنيت لاستغلال المياه.

إن النقطة الأساسية لاستخدامات نماذج – الهطول – الجريان تقع في مجال أحواض ساكبة صغيرة ومتوسطة، ولكن يجري وبشكل متنامي محاولة الرد على أسئلة لتعميم النموذج على أحواض ساكبة كبيرة. كلما كان الحوض الساكب أكبر كلما كان من الصعب محاكاة قيم الهطول المعطاة مكانيا وزمانيا. على سبيل المثال ما زالت تعتمد نماذج الفيضان المستخدمة من أجل تحديد أبعاد المنشآت على الراين على حوادث نادرة لتوزع الهطول ذو القيمة الأكبر تاريخيا (قياسات سابقة كبيرة).

5.3.3 التعميم الإقليمي

عندما تحتوي قاعدة البيانات لاستخلاص حقائق هيدرولوجية عند مقطع المجرى المائي المدروس على نواقص تظهر مهمة استنتاج الحقائق الهيدرولوجية اللازمة من المتحولات المميزة لمنطقة الحوض الساكب. يمكن الاستعانة بسطح الحوض الساكب وشكله وكثافة شبكة المجاري المائية والمورفولوجيا والجيولوجيا والهطول السنوي وميزات أخرى لاستنتاج القيم الهيدرولوجية المتوقعة بشرط توفر إمكانية ربط المتحولات النظامية ذات العلاقة من البيانات الهيدرولوجية المتوفرة لكامل المنطقة.

1.5.3.3 تصاريف الفيضان باحتمال محدد

من أجل مناطق ذات بنية جيولوجية متماثلة تنتج علاقات واضحة بين غزارات التصريف الفيضانـــي باحتمال محدد ومساحة الحوض الساكب، وتمثّل العلاقة بين غزارة التصريف ومساحة الحوض بشكل خط مستقيم بدقة كافية على شبكة لوغاريتمية (الشكل 3 - 20).

يحصل الأساس النظري لهذه العلاقة التجريبية المعروفة (BECKER and BRAUN,1999) باستخدام نظرية التشابه الذاتـــي للأنظمة الطبيعية بمقاييس مختلفة وقوانين التشكيل المشتقة منها. بعد ذلك تنشأ علاقة تصريف الفيضان HQ وحجم الحوض الساكب A_{Eo} عند قبول تشابه ذاتـــي كامل للنظام في التقريب الأول بالشكل

$$HQ = c \cdot (A_{\mathrm{Eo}})^{b} \qquad (3.50)$$

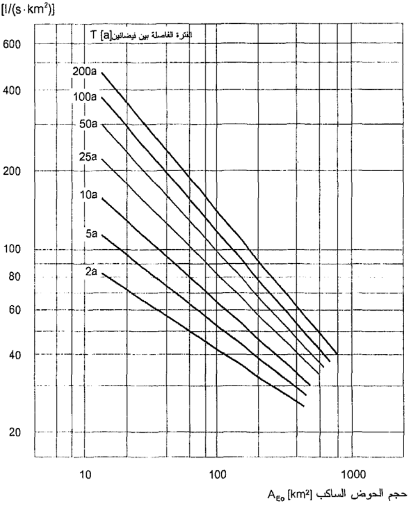
بأخذ لوغاريتم الطرفين نحصل على

$$\lg HQ = \lg c + \lg A_{E0} \cdot b \qquad (3.51)$$

تبعاً لذلك فان هذه العلاقة تماثل العلاقة الخطية بين غزارة تصريف الفيضان Hq ومساحة الحوض الساكب A_{E0}، وتصلح لغزارة تصريف Hq ولتكرار سنوي T بشكل مماثل:

$$\lg Hq_T = \lg c_T + \lg A_{E0} \cdot b_T \qquad (3.52)$$

في هذه العلاقة b_T وc_T هي متحولات الإرجاع والتـــي يجب أن تستنتج إقليميا بالعلاقة مع التكرار السنوي. وللتحديد الحسابـــي للمستقيمات الممثلة تصلح علاقات الإرجاع الخطي الموضوعة عند تحليل النـــزعة (انظر الفقرة 3-3-1).



الشكل 20.3: موازنة غزارة تصريف الفيضان في مقياس لوغاريتمي مضاعف حسب العلاقة (3-52)

إن صيغة أخرى للتعميم الإقليمي يظهر تصريف الفيضان باحتمال محدد كأضعاف متعددة ذات طابع إقليمي لقيمة الفيضان الوسطية MHQ. استنادا على مقارنة إقليمية لغزارة تصريف الفيضان MHq ووللمعامل الموازن إقليمياً b_T، يحسب تصريف الفيضان للحوض الساكب المدروس باحتمال محدد (KOEHLER,1999a)، وعند ذلك يمكن أن نكتب

$$HQ_T = b_T \cdot MHQ \tag{3.53}$$

HQ_T تصريف بتكرار T،

MHQ قيمة الفيضان الوسطية،

b_T معامل إقليمي ذو ارتباط بفترة التكرار T.

يمكن أن نتوقع من استخدام آخر لهذه العلاقة أن تصاريف الفيضان باحتمالين يمكن أن يشكلان نسبة محددة، وبهذا يصلح:

$$HQ_{T2} = a \cdot HQ_{T1} \tag{3.54}$$

اقترح KOEHLER (1988) لحساب تصريف الفيضان الألفي لـــ 1000 سنة (HQ_{1000}) قيمة تساوي 1,6 مرة من التصريف المئوي (HQ_{100})، من الأصح نظريا وأيضاً بأهمية نوعية أدق أن توصف العلاقة بين قيمتين للفيضان باحتمالين مختلفين على أساس العلاقة (3-17) (انظر الفقرة 3-3-1) بوساطة

$$HQ_{T2} = MHQ + (HQ_{T1} - MHQ) \cdot a \tag{3.55}$$

على اعتبار أن a ثابت خاص بالإقليم يصف العلاقة بين قيم الفيضان للتكرار السنوي T_1 وT_2 (SEUS,1993).

إن نتيجة الفيضان الهيدرولوجية المستنتجة بهذه الطريقة ومن أجل احتمالات مختلفة لإقليم، هي في حالات كثيرة غير دقيقة كما هي النتيجة المستنتجة من مكان مناسب واحد من سلسلة قياسات قصيرة.

2.5.3.3 التصاريف الأعظمية

إن تحديد التصاريف الممكنة الأكبر (Probable Maximum Flood - PMF) تجعل تقدير مسارات الحالات الأسوأ ممكناً وتكون ذات أهمية متزايدة لتقييم وإدارة أخطار الفيضان.

منحنيات التغليف

لأجل تقدير التصاريف الأعظمية المنتظرة أعطى WUNDT(1965) استنادا إلى تصاريف الفيضان الأكبر المقاسة منحنيات التغليف لغزارات التصريف الأكبر للكرة الأرضية. ميّز WUNDT بين منحنيات التغليف لـــ 90% ولـــ 100% لجميع القيم الحادة المميزة للكرة الأرضية (الجدول 3-8).

الجدول 8.3: القيم الأكبر لغزارات التصريف للكرة الأرضية حسب WUNDT(1965)

حجم الحوض الساكب [km^2]	غزارات تصاريف الفيضان	
	90% قيم حادة [$1/(s.km^2)$]	100% قيم حادة [$1/(s.km^2)$]
1	14000	50000
10	5500	40000
100	2500	30000
1000	870	11000
10000	350	10000

الجدول 9.3: القيم الأكبر لغزارات تصريف الفيضان المراقبة في ألمانيا

المرتبة	غزارة تصريف الفيضان [$1/(s.km^2)$]Hq	حجم الحوض الساكب (km^2)	منطقة النهر	المقاطعة الاتحادية
1	21000	4,7	Heldorfer Bach	Sachsen
2	20000	5	Gottleuba	Sachsen
3	15000	2,4	Neisse	Sachsen
4	12500	5,2	Neisse	Sachsen
5	11430	2,8	Schweizerlochbach	Bad.- wuert.
6	10000	40,0	Gottleuba	Sachsen

يرى WUNDT بأن المغلفات 90% عملية أيضا في الظروف الأوروبية. تؤكد غزارات الفيضان الأكبر المدونة والموضوعة في الجدول (3-9) في ألمانيا الاتحادية هذا التقييم (DVWK,1999d)، لكن يكون ترتيب احتمال دخول هذه القيم غير ممكناً.

التعظيم الإحصائي

إن تقدير القيمة العظمى المرتبطة بقيمة احتمالية يمكن أن يتم عبر القيمة العظمى للانحراف أو لمعامل عدم التناظر c_s لتابع التوزيع، وان تقييم تصاريف الفيضان في بافاريا (Bayren)

يظهر أن عامل عدم التناظر يقع على الغالب بين 2 و3 ($c_s = 2–3$) وقيم قليلة < 3. بتكبير أو جعل قيم معامل عدم التناظر تصل إلى $c_s = 4$ وباستخدام تابع توزيع PEARSON-III يمكن الحصول على قيم تصاريف الفيضان الأعظمية المتوقعة (KLEEBERG,1999)، وبالعلاقة مع التكرار يمكن:

$$HQ_{100} = MHQ + (HQ_{10} - MHQ) \cdot 4,36 \quad (3.56a)$$

$$HQ_{1000} = MHQ + (HQ_{10} - MHQ) \cdot 8,25 \quad (3.56b)$$

$$HQ_{10000} = MHQ + (HQ_{10} - MHQ) \cdot 12,35 \quad (3.56c)$$

يحدد الفيضان الوسطي MHQ وتصريف الفيضان بتكرار 10 سنوات من سلسلة مراقبة موجودة (انظر الفقرة 3-3-1)، أو من خلال معادلة إقليمية.

التصاريف الأعظمية الناتجة من الهطولات

إن الطريقة الثالثة لاستنتاج التصاريف العظمى تنفذ عبر تقدير الهطولات الأعظم وتحولها إلى التصاريف العظمى المتوقعة، بذلك يكون تقدير الهطولات الأعظمية الممكنة رغم المشاكل العملية والنظرية هي المهمة الأسهل مقابل تحديد التصريف الناتج عن هذه الهطولات.

يجري تقدير الهطولات الأعظمية الممكنة (*Probable Maximum Precipitation*-PMP) من خلال تكبير معلل إحصائيا وفيزيائيا. يخدم التكبير على أساس إحصائي تابع التكرار العام المستخدم سابقاً بالشكل

$$N_T = MN + k_T \cdot s_N \quad (3.57)$$

N_T ارتفاع الهطول ذو فترة تكرار T،

MN متوسط ارتفاعات الهطول الأعظم،

k_T معامل التكرار،

s_N الانحراف المعياري.

قدرت التجارب الأمريكية ثابت التكرار الأعظم لتحديد الهطولات الأعظمية الممكنة $k_T = 15$ (HERSHFILD,1961). التقييمات الإقليمية في ألمانيا تجعل قيم k_T متوقعة بنسبة تكبير $k_T = 9 - 12$ (DVWK,1999d).

بالنسبة لطريقة إيجاد القيم الأعظمية فيزيائياً وضعت DWD ارتفاعات الهطولات

الأعظمية لمناطق في ألمانيا (DVWK,1997b). المستند في ذلك هو المراقبات الأعظمية للمتحولات الهامة لحادثة الهطول على أساس تجريـــبي. بهذه الطريقة تم البرهان على أن الهطولات الأعظمية في الصيف تبلغ 250-350 mm في 24 h في الأراضي المنبسطة في شمال ألمانيا، ويزيد عن 500 mm في إقليم الألب.

عند ربط قيم الهطول العظمى هذه مع معاملات التصريف الكبيرة والمعروفة لا نتوصل للأمان حسب الخبرات المتوفرة. بعد تقييم حجم التصريف لحوادث حرجة معروفة في ألمانيا لم يتم تجاوز ارتفاع هطول فعّال من مرتبة 100 mm إلا نادراً (MANIAK and WEIHRAUCH,1999)، ومن الطبيعي لذلك فانه عند تكبير التصاريف استنادا إلى هطولات أعظميه حرجة يتم التعامل مع تكبير قيمة معامل الجريان.

3.5.3.3 منحنيات الفيضان

عندما نحتاج إلى منحنيات الفيضان بدون أن تتوفر علاقات – التصريف – الهطول قابلة للتحميل بشكل كاف، يمكن أن تطّور منحنيات واحدة في الأحواض الساكبة الصغيرة عبر أشكال نماذج بمساحات تفصيلية.والتـــي تستنتج بارامتراقما الهامة من الخبرات الإقليمية (DVWK,1982; DVWK,1984b). يمكن أن تساعد قياسات قصيرة للهطولات وتصاريفها الناتجة، مثلا خلال سنة وتقييمها المقارن لتأمين هذه المتحولات.

أيضاً على أساس أحد الأسئلة في مديريات إدارة الموارد المائية لبلدان الاتحاد الألمانـــي في عام 1994 و1995 تم في عام 1998 تأسيس نظام معلومات للفيضان في جامعة القوات المسلحة في ميونخ HQWEX. يمكّن بنك المعلومات HOWEX الإمساك بالبيانات المتوفرة للفيضان الحرج المراقب في ألمانيا لأحواض ساكبة من مرتبة $1000\ km^2$ (KLEEBERG and WILLEMS).

4.3 توجيهات للاستخدام

لأجل التقنيات المشروحة سابقا لتقييم تصاريف الفيضان، يجب أن تعطى نصائح وتوجيهات إضافية مكملة كاشتراطات ،بقصد الالتزام بها ومراعاتها أثناء الاستخدام.

1.4.3 الأمان والخطر

قوبل خطر الفيضان تاريخيا بخبرات محلية. في القرن التاسع عشر تم تنفيذ السكك الحديدية في ألمانيا وهي بحسب الخبرات الحديثة لا تزال جيدة، بحيث لا تتأثر بالفيضان، وأن المعالجة الحسابية لمناسيب الفيضان المعروفة الأعظمية تمت بشكل منهجي.

مع التطور المستمر للإحصاء الهيدرولوجي تزايدت ثقة الإنسان ببيانات التصميم المنسوبة للاحتمالات. نسبة إلى حوادث متكررة تكون هذه القيم التصميمية قوية الحجة بشكل غير محدود، فكلما كانت القيمة المدروسة اللازمة نادرة كلما كان القرار التصميمي غنيا بالمشاكل، بذلك لا يعود السبب فقط إلى عدم الأمان باستقراء القيم النادرة، لكن يكمن عدم الأمان الكبير بالنسبة للتحديد الموفق للقيم التصميمية في اختيار فترة التكرار للحادثة نفسها (انظر الفقرة 7-1-8).

يضمن الإحصاء بأن الحادثة ذات فترة تكرار مائة سنة يمكن توقعها تقريباً 10 مرات في 1000 سنة، إن هذا الاتفاق يمكن، لكن أن تقع حادثة مئوية مرتين خلال ثلاثين سنة، أي بالنسبة للقاطنين المعنيين تكون هذه الحادثة ذات تكرار كل 15 سنة، وفي الحقيقة إن الأجيال القادمة يمكن أن تتوقع أمانا كبيرا يفوق الأمان المئوي الموعود، لكن لا يفيد الجيل الحالي المعني، بل يجب عليهم اليوم تحمل الأضرار.

يبلغ الخطر بأن يتجاوز الفيضان ذو فترة التكرار مائة سنة خلال فترة المراقبة الزمنية 15 سنة ($n = 15$)، حسب صيغة الخطر الهيدرولوجي R:

$$R = 1-(1-1/T)^{n} = 1-(1-1/100)^{15} = 0{,}139 \qquad (3.58)$$

أي يبلغ الخطر تقريباً 14%. بغض النظر عن منظومة المجاري المائية، يتم دوما خلال 15 سنة إلحاق الضرر بواحدة من سبع منشآت لدرء الفيضان، والتـــي صممت جميعها على الفيضان المئوي، بسبب فيضان يفوق الفيضان المئوي (انظر الفقرة 7-1-8).

عندما يتخذ مدير المشروع قرارات تصميمية متشابهة كثيرة، يتساوى تكرار الانهيار ذو الاحتمال تحت القيمة الوسطية والاحتمال فوق القيمة الوسطية، ومن وجهة نظر اقتصادية يكون برهان المردود الاقتصادي لزمن تكرار وسطي نادر كحادثة تصميم معقولة ومقبولة، بينما يظهر اتخاذ نفس القرار التصميمي من وجهة نظر المتضررين بحادثة الفيضان المئوي الذي

يحدث مرتين خلال 30 سنة مشكوك فيه وبهذا الشكل يكمن الضعف الواضح لمثل خطة التصميم لمثل هذه المشاريع للحماية من الفيضان.

يجب أن تبنـــى مخططات الحماية من الفيضان بشكل أفضل، ليس كما كان سائداً سابقا فقط والذي كان يستند إلى معطيات أمان مبنية على الاحتمالات وعلى خطر متبق كمي أو عددي، وإنما أكثر على مراقبة الخطر "ماذا يحدث، عندما يحدث شيء". في هذا الإطار تدخل إجراءات تقليل الأخطار، مثل منشآت ملائمة للفيضان (انظر الفقرة 7-1)، التنبؤ بكمية الفيضان وسلوك التأمين والوقاية المرافقة (انظر الفقرة 7-2) وذلك سوية إلى جانب منشآت للحماية من الفيضان.

بدون خطة محكمة لتخفيض الخطر،فان أي خطة للحماية تبقى عرضة للتهديد، حيث أنه استنادا لتركيز الخطر المتزايد في المناطق التـــي تبدو أنها محمية يظهر أحيانا عند تجاوز قيمة الفيضان القيم التصميمية أضرار أكبر وأصعب، فيما لو تتم هذه الاحتياطات الإنشائية، لهذه الحالة والتـــي هي ليست فقط حالة نظرية وإنما تطبيقية يمكن أخذ احتياطات تكون ضرورية لكل استراتيجية دائمة للحماية من الفيضان (KLEEBERG and ROTHER).

وهكذا على سبيل المثال فان السدات في منخفضات الراين الأعلى التـــي شيّدت أصلاً لحماية المساحات الزراعية والأبنية السكنية القروية فيها، ففي القرن العشرين تطورت هذه المنطقة صناعياً وسكنياً، وبغض النظر عن زيادة ارتفاع السدات لم تتخذ احتياطات إنشائية للحماية من السيول لهذه الحالة الممكن التفكير بها. إن نموذج التطور حدث في جميع المناطق المنخفضة الأخرى على طول الراين حتـــى هولندا، وان أهم الاحتياطات ضمن خطة عمل دولية للحماية من الفيضان هي زيادة الوعي للأخطار في المناطق المحمية، وتشمل استراتيجيات فعّالة دائمة لتقليل الأخطار في المناطق المدروسة المتضررة (IKSR,1998; LAWA,1995).

2.4.3 التنبؤ بالفيضان

تهدف التنبؤات بالفيضان إلى جانب طرح المشكلة الاختصاصية هيدرولوجيا، التحديد المسبق لتطور مناسيب المياه والتصاريف في زمن محدد، ويضاف إلى ذلك إيصال هذه المعلومات إلى المستخدمين. لكلا الطرحين للمسألة تمكّن كل خطوة تقدم في تقنية المعلومات

من الحصول على تحسينات أخرى (انظر الفقرة 7-2 و7-3).

1.2.4.3 طرق التنبؤ

تستخدم دوما أزمنة الجريان للموجات الفيضانية على طول المجاري المائية الكبيرة، بحيث يتم استناداً إلى مناسيب المياه عند محطة القياس في أعلى النهر تقدير تطور هذه المناسيب في الجزء الأسفل من النهر. بينما كانت في السابق خبرة المراقب الموثوق به بالتنبؤ هي المقياس لجودة التنبؤ، تتوفر اليوم نماذج حسابية تستند إلى الحاسوب والتـــي تدعم جودة التنبؤ كمياً ومنهجياً. من التحليل النّظامي لانتقال الأمواج الفيضانية تم استنتاج طريقة مناسبة يمكن بوساطتها معرفة مناسيب المياه في اللحظة الزمنية $t + \Delta t$ بعد توفر هذه المناسيب في لحظة زمنية محددة t.

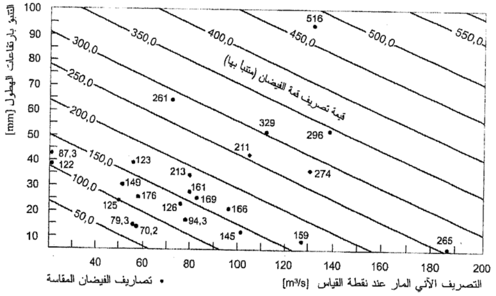
على سبيل المثال يستخدم لنهر الراين منذ بداية الثمانينات في القرن الماضي من المعهد الاتحادي لعلم المياه في Koblenz (BFG) نموذج تنبؤ على أساس إحصائي، يحسب مسبقا مناسيب الفيضان في الراين على مدى 24 h بدقة وسطية ±10 cm. ويحسب النموذج قيم التنبؤ عن تغيرات منسوب الماء كل 6 ساعات للتيار العلوي والأنهار الجانبية وذلك عبر مراكز القياس المتوضعة فيها. تتم مراقبة تطور منسوب الماء للأيام الثلاث الأخيرة. تحدّث التنبؤات كل ست ساعات اعتمادا على تحليل تراكب أمواج الفيضان في المجاري المائية الجانبية والرئيسية بمساعدة انتقال الفيضان عبر طرق إحصائية مناسبة (WILKE, 1984; WILKE, 1997).

كلما كانت المجاري المائية أصغر كلما كانت فترات التنبؤ أقصر، وهنا يمكّن إدخال الهطولات المقاسة الآنية وتحويلها إلى تصاريف فيضان الإمكانية لاطالة مدد التنبؤ. إن التحسن الكمي للتنبؤ بالهطولات في العشر سنوات الأخيرة لمركز الطقس الألمانـــي (DWD) يسمح بربح إضافي للزمن، بحيث أنه يمكن التوصل باستخدام الإمكانيات التقنية أيضا في المجاري المائية متوسطة الكبر إلى أزمان تنبؤ، التـــي تسمح للسكان بفعل شيء ما من الأمان ضد فيضان قادم، إن أزمان التنبؤ المتوفرة هي عامل هام عند اختيار استراتيجية الحماية (انظر الفقرة 7-1-4).

لأجل تحول الهطولات المقاسة والمتنبأ بها إلى تصاريف تتوفر أسس تقريبية لنمذجة التصاريف الهيدرولوجية، بينما ينصح من وجهة نظر الاستثمار العملي لهذه النماذج بحصر تطبيقها على النماذج التـــي تحتاج إلى بيانات محددة. هذا يسهّل الاستخدام والتحديث المنتظم خلال الفيضان.

بغية إدارة الخطر يجب أن نبذل الجهود، بحيث نوفر القدرة للحصول على تنبؤات كمية أيضا في حالة فقدان أنظمة النمذجة التقنية. في مديرية مقاطعة راينلاند- بفليزشن للموارد المائية (LFW-RP) في ماينـــز جرّبت لأجل المجاري المائية بحوض ساكب بمساحة تبلغ 5000 km2 وأعطت وصفاً دقيقاً. في هذا الوصف واستنادا للتصريف في بداية الفيضان والى الهطول الكلي الذي تم التنبؤ به نضمن الوصول إلى قيمة المنسوب الأعظمي المتوقع (الشكل 3-2).

وأساس هذا الوصف يمكن أن يكون التقييم التاريخي للهطولات المقاسة أو التقييم لنموذج الهطول - الجريان للبيانات الناتجة. إن مثل هذا الوصف يكون مناسباً، بينما يمكن أن يرجع التشغيل العملي للتنبؤ بالفيضان إلى وسيلة الاختبار المعقولة (DEMUTH,1998).



الشكل 21.3: تنبؤ القمة على أساس التنبؤ بالهطولات

2.2.4.3 قبول التنبؤ

ينتج انتشار معلومات التنبؤ بشكل مواز عبر أوساط عديدة، على اعتبار أن المستخدمين على طول المجاري المائية التـــي يشملها التنبؤ يملكون إمكانيات ومتطلبات تقنية مختلفة تماماً، راديو، تحذيرات تليفونية، نص فيديو، وإنترنت (انظر الفقرة 7-2-3). يشمل العرض في هذا التسلسل أيضا التقدم التقنـــي لأوساط الانتشار لقدرات التنبؤ في السنوات الأخيرة.

إلى جانب التحديث المستمر لمراكز قياس منسوب الماء يجب نشر التنبؤ الكمي للمواعيد بشكل منتظم للأزمنة المشروحة سابقا. ويعنـــي التنبؤ بالمواعيد، بأنه ينتظر منسوب ماء محدد في مركز القياس بعد عدد محدد من الساعات في ساعة محددة مع تباين معطي سابقا مثلا ±10cm. يجب هنا الأخذ بالاعتبار أنه يجب ألا يفهم أن تكهن موعد الفيضان هو نفسه تكهن قمة الفيضان.

أثناء كل تغير لمنسوب الفيضان يجب أن يعطى تقرير عن وضع الفيضان، الذي يجب أن يتضمن إلى جانب التنبؤ بالموعد أيضا تقدير مخطط التطورات طويلة الأمد. كلا المعلومتين، التنبؤ بالموعد وتقدير التطورات، يجب فصلهما بشكل واضح عن بعض للتمكن من إعطاء تفسير للخطأ. تتوجه معالجة دقيقة إلى التنبؤ الكمي، بينما يجب أن يبين تقدير التطورات مجال انتشار التطور الممكن. المهم هو أن يجري صياغة واختيار كلام التقارير حسب شكل محدد، بحيث تنشأ طريقة تفاهم واضحة بين المتنبئين والمستخدمين.

الأمانة والمصداقية هي علامات جوهرية نتوقعها من التنبؤ، وتحت هذا المفهوم فانه من الأفضل أن نقتصر عند التنبؤ بالموعد على الفترة المسيطّر عليها، ولا نفكر بأن يكون التنبؤ لفترة زمنية أطول غير مسيطر عليها، إن تنبؤا خاطئا واحدا يدمّر مظاهر الثقة المشكلة عبر سنين. (انظر الفقرة 7-2-2).

3.4.3 إدارة الفيضان وإدارة مساحات الفيضان

يمكن أن يؤثر الناس على الفيضان **بشكل مقصود** عبر إجراءات تقنية، مثل السدود وأحواض تخزين الفيضان أو **بشكل غير مقصود** كالتأثير الجانبـــي مثل التعديات والتأثيرات المتعددة في الحوض الساكب. إن النماذج المتوفرة تؤهلنا بشكل متزايد من معرفة هذه

التأثيرات كميا. بنفس الوقت تتوفر إمكانيات الاختبار بهدف إدارة انتقال الفيضان، وهذا بشكل خاص ما يخص الأحواض الساكبة الكبيرة والفيضانات الحرجة.

تستخدم حجوم التخزين الموجّهة لخفض الفيضان وتفرغ مباشرة بعد مرور قمة الفيضان مرة أخرى، للحصول دوما على حجم تخزين لأمواج الفيضان الأخرى اللاحقة. يكون تخفيض منسوب الماء الحاصل من إعاقة التصريف أكبر ما يمكن تحت حوض التخزين ولكنه يعود لينخفض مرة أخرى على طول جزء المجرى التالي ويعود هذا التأثير إلى الزيادة في الحوض الساكب غير المعاق ونقصان تأثير التخزين الطبيعي بسبب مناسيب الماء المخفّضة (انظر الفقرة 7-1-2). عندما نتوخى الدقة يتركز تأثير التخزين الطبيعي لأجزاء المجاري المائية السفلية فقط عند حوض التخزين.

عادة تجري أولاً أمواج الفيضان في المجاري المائية الثانوية، بسبب أزمنة الجريان القليلة للمجاري المائية الثانوية قبل قمة الفيضان في المجاري المائية الرئيسية، وعندما تعاق موجة الفيضان القادمة من المجرى الثانوي عبر التخزين يزداد احتمال التقائهما مع قمة الفيضان في النهر الرئيسي. من وجهة النظر هذه يكون الحصول على إمكانيات تخزين في المجاري المائية الرئيسية نسبة إلى تأثيرها فوق المحلي فعّالا وبدون مشاكل، في العادة تكون حجوم التخزين تبعا للشروط الطرفية، إن وجدت، متوفرة من قبل في المجاري المائية الثانوية.

يكون التأثير على انتقال الأمواج الفيضانية في منظومة المجاري المائية دوما محفوفا بالمخاطر، كما أن التراكب غير المناسب لأجزاء الأمواج الفيضانية يزيد من الحالة الحرجة للسكان في أسفل المجرى، ويمكن أن يقابل هذا الخطر فقط عبر تنبؤ موجه وإدارة لحجوم التخزين (انظر الفقرة 7-1-2). في الأحواض الساكبة الكبيرة تتجاوز أزمنة الجريان فترات التنبؤ المتوفرة للفيضان مما يحد من إدارة الأمواج الفيضانية في الأحواض الساكبة الكبيرة.

في اختبار أساسي لإمكانيات منظومة التخزين غير الموجهة بالتنبؤ تم من قبل (Koehler,1999b) للحوض الساكب (قيمة الحوض الساكب حوالي 4000 km^2) تخفيض قمة الفيضان من خلال تأثير حجوم تخزين تقنية ممكنة بنسبة 3% أثناء حوادث ذات فترة تكرار مائة سنة. في التجربة نفسها تم تقدير تأثيرات تفعيل إمكانيات التخزين الطبيعية على طول المجاري المائية فأدى إلى تخفيض قمة الفيضان بنسبة 10%.

أثناء تقييم التفعيل على نطاق كبير لتأثير التخزين الطبيعي للمجاري المائية يجب الانتباه، إلى أن التأثير المخفض للتصاريف يعود إلى تأثير التخزين فوق ضفاف المجاري المائية الطبيعية، حيث ترفع مناسيب المياه هناك، وتبعاً لذلك لا يؤدي تخفيض التصريف الحاصل عبر التخزين الطبيعي في كل مكان أيضا إلى انخفاض موافق لمناسيب الفيضان (انظر الفقرة 7-1-2-5).

تملك السدود الكبيرة مجال تأثير آخر على الفيضان. في حجوم السدود المستغلة اقتصادياً يتم أخذ حجم الفيضان من حوادث الفيضان الآنية بشكل كامل. إن انخفاض حجم الفيضان يؤثر على إفراغ الحوض الساكب الواقع أسفل النهر بشكل كامل، بينما من الطبيعي أيضاً هنا أن ينخفض تأثير تخفيض التصريف مع زيادة حجم الحوض الساكب غير المراقب.

لكن يكون جدير بالانتباه، بأن الحوادث الحدية تتطلب من السد سعة تخزين عالية لدرء الفيضان. في هذه الحالة يتوقف تأثير إعاقة السدود بشكل مفاجئ وتزداد قيم تصاريف الفيضان (القمم) باضطراب حتـــى تصل إلى حجم تصاريف الأحواض الساكبة غير المعاقة (لا تحوي إجراءات تخفيض التصاريف). أمام هذا الغموض هناك أيضا مناطق الفيضان الطبيعية الواقعة أسفل السدود وتحت تأثيرها، والتـــي بقيت لفترات طويلة بدون فيضان، حيث وبسبب اعتبارات تتعلق بالأخطار لم يسمح باستغلال مكثّف لها.

تكون إمكانيات التأثير على حوادث الفيضان بشكل خاص في الأحواض الساكبة الكبيرة وأثناء حوادث الفيضان الحرجة محدودة، وعندما نرغب في إبقاء أضرار الفيضان محدودة دوما، يكون من الضروري مراقبة استغلال مناطق الغمر الممكنة على طول المجاري المائية وفرض قيود على استغلال هذه المساحات (IKSR,1998). إن إدارة لمساحات الفيضان من هذا النوع للاستخدامات، بحسب وجهة النظر الأنكلو- أمريكية المستخدمة المطبقة، Floodplain-Management تكون فعالة أكثر ومقررة وقادرة على السيطرة على أخطار أضرار الفيضان أكثر من تجربة الرغبة في السيطرة على الفيضان نفسه .(LAWA,1995)

4. الأسس الهيدروليكية والإنشائية المائية

WLHELM BECHTELER. MARINKO NUJIC.HEINZ PATT. GUNTER VOGEL

في هذا الفصل تم شرح الأسس الهيدروليكية والإنشائية المائية، التـــي يمكن أن تكون مفيدة أثناء التخطيط لإجراءات الحماية من الفيضان، من هذه الأسس يمكن بشكل خاص ذكر الحمولات الناتجة من قوى المياه الستاتيكية والديناميكية، وحساب الاستطاعة الامرارية للأنابيب والقنوات المكشوفة، وحساب مناسيب المياه وتأثيرات نقل المواد الصلبة على استقرار قاع المجاري المائية ونشوء الحت المحلي (تشكل الحفر والفجوات).

1.4 الخواص الفيزيائية الأساسية

تدخل قيم الخواص الفيزيائية في الحسابات الهيدروليكية بشكل قيم تقريبية على الرغم من أن القيم المنفردة (المستقلة) تظهر تأرجحات ملحوظة، ويعطي الجدول (1.4) إرشادات عن مجالات التأرجح.

2.4 الماء الساكن

في حالة الفيضان تتعرض جوانب المجاري المائية (مثلاً الأسوار الشاطئية، جدران الحماية من الفيضان) والمنشآت المقامة في مقطع الجريان (مثل أعمدة الجسور، وجدران الحماية) عبر مناسيب المياه المرتفعة وسرعات الجريان الكبيرة إلى حمولات متغيرة كبيرة. في هذا الفصل تعالج قوى الضغط الناتجة عن الماء الساكن (الضغط الهيدروستاتيكي)، وسوف تشرح قوى الضغط الناجمة عن تيارات الماء (ضغط هيدروديناميكي) في الفقرة (3.4).

الجدول **1.4**: اختيار قيم الخواص الفيزيائية لأجل الحسابات الهيدروليكية (WENDE HORST, 2000; SCHNEIDE, 1996).

الخاصة	الواحدة	معامل التأثير	مجال التارجح	القيمة التقديرية
كثافة الماء ρ_w (أيضاً ρ)	kg/m^3	درجة الحرارة T ($0°C = 273,15\ K$)	تأثير درجة الحرارة $T = -20°C \rightarrow \rho_w = 920,2\ kg/m^3$ $T = -10°C \rightarrow \rho_w = 918,6\ kg/m^3$ Eis $\rightarrow \rho_w = 916,7\ kg/m^3$ $T = 0°C \rightarrow \rho_w = 999,8\ kg/m^3$ $T = 4°C \rightarrow \rho_w = 1000,0\ kg/m^3$ $T = 10°C \rightarrow \rho_w = 999,6\ kg/m^3$ $T = 20°C \rightarrow \rho_w = 998,2\ kg/m^3$ $T = 30°C \rightarrow \rho_w = 995,6\ kg/m^3$	$\rho = 1000\ kg/m^3$
		المحتوى من المواد (حسب التركيز C)	مقدار تركيز المواد العالقة $\rho_w \approx 1020,0\ kg/m^3$ ماء البحر (محتوى الأملاح 3.5%) $\rho_w \approx 1027,0\ kg/m^3$	
لزوجة الماء ν_w (أيضاً ν)	m^2/s	درجة الحرارة T ($0°C = 273,15\ K$)	تأثير درجة الحرارة $T = 0°C \rightarrow \nu_w = 1,78 \cdot 10^{-6}\ m^2/s$ $T = 10°C \rightarrow \nu_w = 1,30 \cdot 10^{-6}\ m^2/s$ $T = 20°C \rightarrow \nu_w = 1,00 \cdot 10^{-6}\ m^2/s$ $T = 30°C \rightarrow \nu_w = 8,06 \cdot 10^{-7}\ m^2/s$	$\nu = 1,30 \cdot 10^{-6}\ m^2/s$
ضغط بخار الماء (p_D)	kN/m^2	درجة الحرارة T ($0°C = 273,15\ K$)	تأثير درجة الحرارة $T = 0°C \rightarrow p_D = 0,61\ kN/m^2$ $T = 10°C \rightarrow p_D = 1,23\ kN/m^2$ $T = 20°C \rightarrow p_D = 2,33\ kN/m^2$ $T = 30°C \rightarrow p_D = 4,24\ kN/m^2$	

تتمة جدول 1.4

ρ_F كثافة المواد الصلبة	kg/m^3	المادة الصلبة	(صخور باطنية) صخور تصلبت في الأعماق غرانيت سيانيت $\rho_F = 2600 - 2800\ kg/m^3$ ديوريت $\rho_F = 2700 - 3000\ kg/m^3$ صخور اندفاعية بازلت $\rho_F = 2900 - 3000\ kg/m^3$ دياباز $\rho_F = 2800 - 3000\ kg/m^3$ غرانيت بروفيري $\rho_F = 2500 - 2800\ kg/m^3$ صخور رسوبية حجر كلسي $\rho_F = 1700 - 2800\ kg/m^3$ دولوميت $\rho_F = 2500 - 2700\ kg/m^3$ غرواك $\rho_F = 2600 - 2800\ kg/m^3$	$\rho_F = 2650\ kg/m^3$
p_a الضغط الجوي (auch p_{amb})	N/m^2, kN/m^2 Pa [Pascal] bar; mbar تحويل الواحدات $1\ N/m^2 = 1\ Pa$ $10^5\ Pa = 1\ bar$		Höhe [m ü NN] الارتفاع عن سطح البحر $0\ m \rightarrow p_a = 102{,}5\ kN/m^2$ $500\ m \rightarrow p_a = 96{,}1\ kN/m^2$ $1000\ m \rightarrow p_a = 91{,}2\ kN/m^2$ $1500\ m \rightarrow p_a = 85{,}2\ kN/m^2$ $2000\ m \rightarrow p_a = 80{,}3\ kN/m^2$ $2500\ m \rightarrow p_a = 76{,}3\ kN/m^2$	$p_{amb} = 1013\ mbar$ أيضاً: [1,013 bar; 1013 hPa]

عندما لا تعطى قيم أخرى يتم الحساب بقيم تقديرية في لأمثلة

1.2.4 الضغط الهيدروستاتيكي

يبلغ الضغط المطلق p_{abs} تحت تأثير حقل الثقالة الأرضية في الماء الساكن عند العمق h القيمة:

$$p_{abs} = p_o + p_{st} = p_o + \rho \cdot g \cdot h \quad [\mathrm{N/m^2}] \qquad (1.4)$$

p_{abc} الضغط المطلق $[\mathrm{N/m^2}]$،

p_o الضغط النسبـــي (لأجل $p_{st} = 0$ يكون $P_{abs} = p_o$) $[\mathrm{N/m^2}]$،

p_{st} ضغط الماء الهيدروستاتيكي $[\mathrm{N/m^2}]$،

ρ الكتلة النوعية للماء $[\mathrm{kg/m^3}]$،

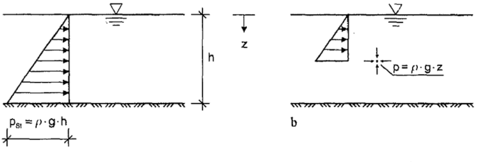
g تسارع السقوط (الجاذبية الأرضية) $[\mathrm{m/s^2}]$،

h عمق الماء [m].

في الهيدروليك يستخدم على الغالب الضغط الجوي المحلي P_{amb} (الضغط المحيط) كضغط نسبـــي P_o. عندما يؤثر الضغط الجوي في كل مكان من الجملة، يمكن تبسيط العلاقة (1.4) إلى:

$$p_{st} = \rho \cdot g \cdot h \qquad (2.4)$$

في الماء الساكن يزداد الضغط الهيدروستاتيكي P_{st} بشكل خطي مع عمق الماء h (مثلث ضغط الماء – انظر الشكل (a 1.4)، وقيمة ضغط الماء تتعلق فقط بقيمة تغطية ماء z وتكون متساوية في كل الاتجاهات الشكل (b 1.4).



الشكل (a 1. 4 وb): توزيع الضغط الهيدروستاتيكي (مثلث ضغط الماء).

ويعطى ضغط الماء بواحدة ضغط (عادة تكون $\mathrm{bar, pa, N/m^2, kN/m^2}$ أو mbar) أو

كارتفاع ضغط h (عادة يكون m أو cm).

2.2.4 قوى ضغط الماء

على العموم تشرح الحمولة p على عنصر جداري بمساحة dA عبر قوة ضغط dF بالشكل:

$$p = \frac{d\vec{F}}{d\vec{A}} \quad [N] \tag{3.4}$$

في شكل الكتابة الشعاعية يكون معروفاً، بأن شكل توضع المساحة المتعرضة للحمولات يلعب دوراً هاماً في حساب قوى ضغط الماء، ويتم التمييز بين المساحات (الأفقية والرأسية والمائلة) والمساحات المقعرة بشكل بسيط وفراغي، وتبعاً لذلك توجد قوى ضغط مؤثرة رأسية (قوة ضغط على القاع، قوى رفع) وقوى ضغط ماء أفقية (ضغط الماء على الجدران الجانبية)، وفي حالات استخدام كثيرة يجب مراعاة قوى ضغط الماء الأفقية وقوى ضغط الماء الرأسية أيضاً.

1.2.2.4 ضغط الماء على قاع مستوي

يمكن أن تؤثر على قاع مستوي قوى تحميل ناتجة من حمولات المياه وقوى الرفع المائي.

قوة الضغط على القاع

يمكن أن تحسب قوة الضغط المؤثرة على قاع بمساحة A بمساعدة العلاقة.

$$F = p_{st} \cdot A = \rho \cdot g \cdot h \cdot A \,[\mathrm{N}] \tag{4.4}$$

F قوة الضغط على القاع [N]،

p_{st} الضغط الهيدروستاتيكي $[N/m^2]$،

ρ الكتلة النوعية للماء بما تحويه من المواد العالقة $[kg/m^3]$،

g تسارع السقوط (الجاذبية الأرضية) $[m/s^2]$،

h عمق الماء [m]،

A سطح القاع المعرض للتحميل $[m^2]$.

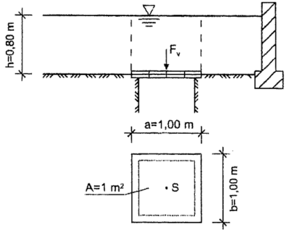
لا تتعلق قوة الضغط على القاع بشكل الوعاء (وعاء بارادوكس) (حسب قاعدة

الأوانـــي المستطرقة).

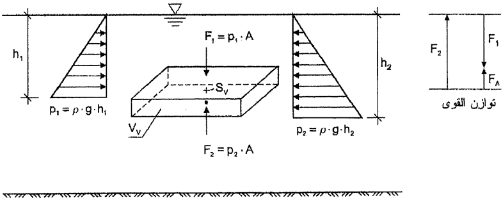
مثال – تحميل مساحة أفقية – حمولة رأسية.

تمرين

ما هي قيمة قوة ضغط الماء F على غطاء السطح المرسوم في الشكل (2.4) بمساحة أساسية ذات شكل مستطيل؟ بسبب ونتيجة للقيمة المرتفعة للمواد المحمولة في الماء يجب اعتبار $\rho_w = 1030 kg/m^3$.



الشكل 2.4: قوة ضغط الماء على سطح في القاع.



الشكل 3.4: القوة الرأسية على الأجسام المغمورة (قوى الرفع).

الحـــل

توجد فقط مركبة رأسية لقوة ضغط الماء، وبتطبيق العلاقة (4.4) نحصل على:

$$F_V = \rho \cdot g \cdot h \cdot A = 1030 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 = 8083\,\text{N} = 8{,}1k\text{N}$$

تؤثر القوة في مركز ثقل المساحة S وتعادل وزن الماء المتوضع فوق الغطاء (المساحة)

قوة الرفع

تكون قوة الرفع F_A، التـــي تؤثر على الأجسام المغمورة كليا أو جزئيا، مساوية لوزن السائل المزاح (مبدأ أرخميدس).

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V_V\ [\text{N}] \qquad (5.4)$$

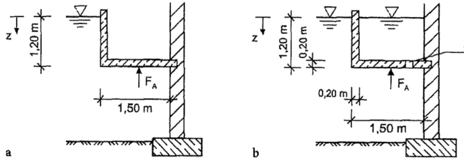
حيث V_V هو حجم السائل المزاح، ρ الكتلة النوعية لهذا السائل وg تسارع السقوط.

يقع مركز تأثير F_A في مركز الثقل S_V لحجم السائل المزاح V_V (الشكل 3.4).

مثال – تحميل جسم إنشائي لقوى الرفع.

تمرين

ما هي قيمة قوى الرفع المؤثرة على الجسم الإنشائي المرسوم في الشكل (4.4) (على سبيل المثال شرفة (بلكون)؟ والمطلوب التمييز بين الجسم المعزول ضد تسرب الماء (الكتيم) (الحالة a) وحالة كون الشرفة مملوءة بالماء (الحالة b).



الشكل 4.4: حساب قوى الرفع لحالات تحميل متعددة على جسم إنشائي مغمور، a جسم إنشائي معزول (كتيم)، b حالة كون الشرفة مملوءة بالماء.

الحـــل

تحسب قوى الرفع كما يأتـــي (لـــ 1 m من طول الجسم الإنشائي):

الحالة a: الجسم الإنشائي الكتيم

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V_V = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}0 = 17658 N/m = 17{,}6 kN/m$$

الحالة b: الجسم الإنشائي المغمور (الشرفة مملوءة بالماء)

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V_V = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot (1{,}5 + 1{,}0) \cdot 0{,}2 \cdot 1{,}0 = 4905 N/m = 4{,}9 kN/m$$

2.2.2.4 ضغط الماء على السطوح الجانبية المستوية

أثناء حساب ضغط الماء على السطوح الجانبية المستوية يجب أن نميّز بين السطوح الرأسية والمائلة، علاوة على ذلك فانه من المهم، أن نعرف هل يجب أن تحسب قوة ضغط الماء لكامل السطح الجانبـــي أو فقط لجزء منه (مثلاً ضغوط الماء على غطاء سدادة موجود في الجدار الجانبـــي).

قيمة قوة ضغط الماء

إن قوة ضغط الماء الناتجة على سطح جانبـــي مستوي مائل لا على التعيين تكون مساوية لناتج ضرب مساحة السطح A وضغط الماء المؤثر في مركز ثقل السطح (الشكل 5.4)، وعندما نسمي البعد بين مركز ثقل السطح S وسطح الماء بـــ z_s، يمكن أن تحسب قوة ضغط الماء F عندئذ بمساعدة العلاقة:

$$F = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A \, [N] \qquad (6.4)$$

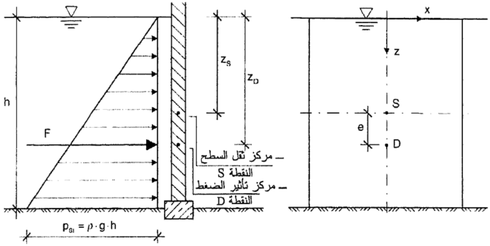
نقطة التأثير

باعتبار أن ضغط الماء الهيدروستاتيكي P_{st} لا يكون ثابتاً على كامل السطح، وإنما يزداد خطياً مع عمق الماء h، فان قوة ضغط الماء الناتجة F تؤثر في مركز ثقل السطح، وإنما في المركز الوسطي للضغط D (انظر الشكل 5.4). يمكن أن تحدد الإحداثيات الموافقة بمساعدة العلاقة الآتية:

$$x_D = \frac{J_{xz}}{A \cdot z_s} \, [m] \quad z_D = \frac{J_x}{A \cdot z_s} \, [m] \qquad (7.4)$$

x_D بعد المركز الوسطي للضغط عن المحور z [m]،

J_{xz} العزم الطارد المركزي للمساحة منسوباً إلى المحور x و z [m^4]،
A قيمة المساحة المتعرضة للحمولات [m^2]،
z_s بعد نقطة مركز ثقل المساحة عن سطح الماء [m]،
z_D بعد المركز الوسطي للضغط عن سطح الماء [m]،
J_x عزم العطالة للمساحة منسوبا إلى المحور x [m4].



الشكل 5.4: ضغط الماء على السطح الجانبـــي المستوي.

عندما يكون المحور z هو محور التناظر للسطح المعّرض للحمولات يصبح العزم الطارد المركزي J_{xz} صفراً. بذلك يصبح أيضاً $x_D = 0$، وهذا يعنـــي أن المركز الوسطي للضغط يقع على محور التناظر على بعد e أسفل نقطة مركز الثقل S (انظر الشكل 5.4). لأجل المركزية السابقة e والبعد z_D لمركز الضغط الوسطي عن منسوب الماء تصلح العلاقة:

$$e = z_D - z_s = \frac{J_s}{A \cdot z_s} \ [m] \qquad (8.4)$$

و

$$z_D = \frac{J_s}{A \cdot z_s} + z_s \ [m] \qquad (8a.4)$$

ولحساب عزم العطالة للسطح J_s ,J_{xz} وJ_x تؤخذ العلاقات الآتية من الميكانيك

عزم العطالة المركزي J_{xz}

$$J_{xz} = \int_{(A)} x \cdot z \cdot dA \;\; [m^4] \qquad (9.4)$$

عزم العطالة J_s

(منسوباً إلى المحور الموازي للمحور x والمار من مركز الثقل S)

$$J_s = \int_{(A)} z^2 \cdot dA \;\; [m^4] \qquad (10.4)$$

عزم العطالة J_x

(إعادة الحساب لـ J_s بمساعدة علاقة شتاينر)

$$J_x = J_s + A \cdot z_s^2 \;\; [m^4] \qquad (11.4)$$

مثال – قوى ضغط الماء على سطوح رأسية مستوية

a. حساب قوة ضغط الماء على السطح بكامله

تمرين

ما هي قيمة قوة ضغط الماء الأفقية المؤثرة F على الجدار الحاجز المرسوم في الشكل (6.4)؟ أين تقع نقطة تأثير القوة؟

الحـــل

تبلغ قوة ضغط الماء الأفقية F (لكل متر طولي) حسب العلاقة (6.4):

$$F = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}2 = 7063 \text{ N/m} \approx 7{,}1 \text{ kN/m}$$

ويمكن أن يؤخذ عزم العطالة J_s من الجداول، بالنسبة إلى محور الثقل الأفقي تصلح العلاقة الآتية:

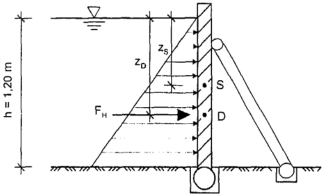
$$J_s = \frac{a^3 b}{12}$$

للسطوح المستطيلة وينتج من ذلك وباستخدام العلاقة (8.4 a)

$$z_D = \frac{J_s}{A \cdot z_s} + z_s = \frac{a^2}{12 \cdot z_s} + z_s$$

ويمكن مع $a = h$ و$b = 1$ و $z_s = h/2$ كتابة الآتي:

$$z_D = \frac{h^2 \cdot 1 \cdot 2}{12 \cdot h} + \frac{h}{2} \rightarrow z_D = \frac{2}{3}h = \frac{2}{3} \cdot 1{,}2 = 0{,}8 \text{ m}$$



الشكل 6.4: ضغط الماء الأفقي على جدار حاجز.

تؤثر قوة ضغط الماء الأفقية F_H في الثلث السفلي لمثلث ضغط الماء (انظر الشكل 6.4).

b. حساب الحمولة على سطح جزئي

تمرين

المطلوب حساب قيمة ومركز تأثير قوة ضغط الماء الأفقية F على فتحة نافذة مستطيلة ومغلقة بلوح كما هو موضح في الشكل (7.4). فتحة النافذة بعرض $b = 2$ m وبارتفاع $a = 1$ m (المساحة $A = 2{,}0$ m^2) وعمق الغمر فوق حافة البوابة العلوية $z_1 = 0{,}5$ m.

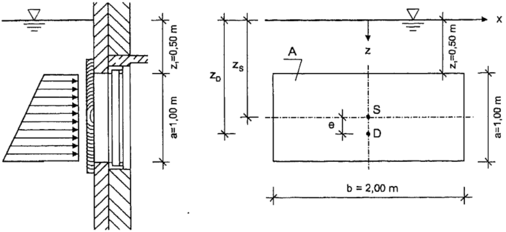
الحـــل

يبلغ بعد مركز ثقل اللوح عن سطح الماء $z_s = z_1 + a/2 = 0{,}5 \text{ m} + 0{,}5 \text{ m} = 1{,}0 \text{ m}$، وتعطى قوة ضغط الماء F بالشكل:

$$F = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}0 \cdot 2{,}0 = 19620 \text{ N} \approx 19{,}6 \text{ kN}$$

ويعطى مركز تأثير F على الشكل الآتي:

$$z_D = \frac{J_s}{A \cdot z_s} + z_s = \frac{a^2}{12 \cdot z_s} + z_s = \frac{1{,}0^2}{12 \cdot 1{,}0} + 1{,}0 = 1{,}08 \text{ m}$$



الشكل 7.4: ضغط الماء على فتحة نافذة معزولة تماماً بالتكتيم (تحميل سطح جزئي).

3.2.2.4 ضغط الماء على سطوح جانبية مستوية مائلة

يمكن أن تجزأ قوة ضغط الماء الناتجة F المؤثرة على سطح مائل إلى مركبة قوة أفقية F_H والى مركبة رأسية F_V (الشكل 8.4).

تؤثر المركبة الرأسية إما كحمولة رأسية باتجاه قوة الثقالة أو كقوة رفع عكس قوة الثقالة. ويجب أن نميز أيضاً بين سطح جانبي محمّل حتى سطح الماء الحر وسطح جانبي محمّل جزئياً.

قوة ضغط الماء على كامل السطح

لأجل السطح المحمّل الممتد من القاع إلى سطح الماء الحر يكون $z_s = h/2$. تبلغ قوة ضغط الماء الأفقية F_H لكل متر طولي ($b = 1.0$ m).

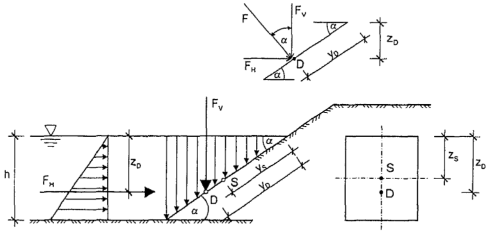
$$F_H = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A_H = \rho \cdot g \cdot \frac{h}{2} \cdot h \ \text{[N/m]} \qquad (12.4)$$

حيث A_H المسقط الأفقي للسطح الجانبـــي المائل عندما يكون الجانب بزاوية ميل مقدارها α. بعد ذلك تصبح قوة ضغط الماء الرأسية F_V (قوة تحميل رأسية باتجاه الثقالة).

$$F_v = \rho \cdot g \cdot V = \rho \cdot g \cdot \frac{h^2}{2 \cdot \tan\alpha} \; [\text{N/m}] \qquad (13.4)$$

وتبلغ قوة ضغط الماء الناتجة F

$$F = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A \; [\text{N/m}] \qquad (14.4)$$



الشكل 8.4: ضغط الماء على سطح جانبـــي مائل.

لأجل مركز تأثير القوة F تصلح العلاقات:

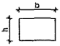
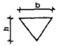
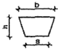
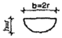
$$y_D = \frac{2 \cdot h}{3 \cdot \sin\alpha} \; [\text{m}] \text{ و } z_D = \frac{2}{3} h \; [\text{m}]$$

قوة ضغط الماء على مساحة جزئية من السطح المائل

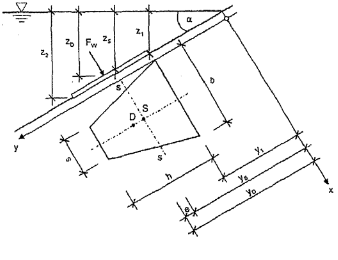
يمكن أن تستخدم العلاقات الموضوعة في الجدول (2.4)، لدى حساب التحميل على السطح الجزئي للسطح الجانبـــي المائل.

أمثلة – قوى ضغط الماء على السطوح المائلة المستوية

الجدول 2.4: قوى ضغط الماء على أشكال مختلفة لأية سطوح جانبية مائلة مستوية

الشكل	مركز الثقل $z_s = y_s \cdot \sin\alpha$	اللامركزية $e = I_s/(A \cdot y_s)$	قوة ضغط الماء $F = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A$
مستطيل 	$y_s = y_1 + \frac{h}{2}$	$e = \frac{h^2}{12 \cdot y_s}$	$F = \rho \cdot g \cdot b \cdot h \cdot y_s \cdot \sin a$
مثلث 	$y_s = y_1 + \frac{h}{3}$	$e = \frac{h^2}{18 \cdot y_s}$	$F = \frac{1}{2} \rho \cdot g \cdot b \cdot h \cdot y_s \cdot \sin a$
شبه منحرف 	$y_s = y_1 + \frac{h}{3} \cdot \frac{b+2s}{b+s}$	$e = \frac{h^2}{18} \cdot \frac{(b+s)^2 + 2b \cdot s}{(b+s)^2 \cdot y_s}$	$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot g \cdot (b+s) \cdot h \cdot y_s \cdot \sin a$
دائرة	$y_s = y_1 + r$	$e = \frac{r^2}{4 \cdot y_s}$	$F = \rho \cdot g \cdot r^2 \cdot \pi \cdot y_s \cdot \sin a$
نصف دائرة 	$y_s = y_1 + 0{,}4244 \cdot r$	$e = \frac{r^2}{14{,}3 \cdot y_s}$	$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot g \cdot r^2 \cdot \pi \cdot y_s \cdot \sin a$

مخطط توضيحي



a. السطح المتعرض للحمولات يصل حتـــى منسوب الماء (سطح الماء)

تمرين

ما هي قيمة قوة ضغط الماء الناتجة F المؤثرة على الجدار الحاجز المائل القابل للتحريك المرسوم في الشكل (9.4)؟ وأين تؤثر القوة؟

الحـــل

يبلغ بعد مركز ثقل السطح S عن سطح الماء $z_s = h/2 = 0,6$ m. تبلغ قوة ضغط الماء الأفقية F_H (لكل متر طولي) حسب العلاقة (12.4):

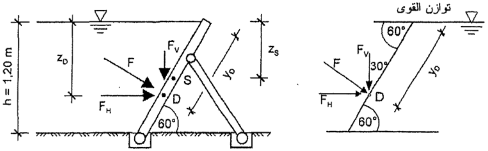
$$F_H = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A_H = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}0 = 7063\ \text{N} = 7{,}1\ \text{kN/m}$$

تمثل مركبة القوة الرأسية F_v حمولة الماء الرأسية على كامل السطح المائل ويصلح لكل متر طولي الآتـــي:

$$F_v = \rho \cdot g \cdot V_F \cdot \rho \cdot g = \rho \cdot g \cdot \frac{h^2}{2 \cdot \tan\alpha} = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot \frac{1{,}2^2}{2 \cdot \tan 60°} = 4078 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 4{,}1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

محصلة ضغط الماء الناتجة F تبلغ:

$$F = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}6 \frac{1{,}2}{\sin 60°} \cdot 1{,}0 = 8156 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 8{,}2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



الشكل 9.4:: ضغط الماء على جدار حاجز مائل.

تعطي العلاقة الآتية مركز تأثير القوة F (المركز الوسطي للضغط):

$$y_D = \frac{2 \cdot h}{3 \cdot \sin\alpha} = \frac{2 \cdot 1{,}2}{3 \cdot \sin 60°} = 0{,}92\ \text{m} \quad \text{و} \quad z_D = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} \cdot 1{,}2 = 0{,}8\ \text{m}$$

b. حساب الحمولات المؤثرة على سطح جزئي يقع ضمن السطح المائل

تمرين

المطلوب حساب قيمة ومركز تأثير ضغط الماء F على سدادة أحد خطوط الأنابيب ذي القطر (Ø DN800 = 0,8 m) في سطح مائل بـــ 30° (الشكل 10.4). توجد الحافة العليا للمخرج على عمق $z_1 = 0{,}5$ m تحت سطح الماء الحر.

الحـــل

على المستوي المائل وبالقياس يبلغ بعد الحافة العلوية للأنبوب عن سطح الماء الحر

$$y_1 = \frac{z_1}{\sin\alpha} = \frac{0{,}5}{\sin 30°} = 1{,}0 \text{ m}$$

وبعد مركز ثقل الغطاء

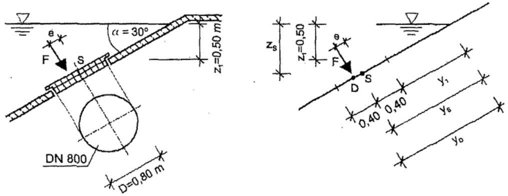
$$y_s = y_1 + r = 1{,}0 + 0{,}4 = 1{,}4 \text{ m}$$

ولأجل البعد الرأسي z_s لمركز الثقل عن سطح الماء يعطى بالعلاقة

$$z_s = y_s \cdot \sin\alpha = 1{,}4 \cdot \sin 30° = 0{,}7m$$

وتبلغ قوة ضغط الماء F على غطاء السدادة

$$F = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot A = \rho \cdot g \cdot z_s \cdot \pi \cdot r^2 = 1000\, 9{,}81 \cdot 0{,}7 . \pi \cdot 0{,}4^2 = 3452 \text{N} \approx 3{,}5 \text{ kN}$$



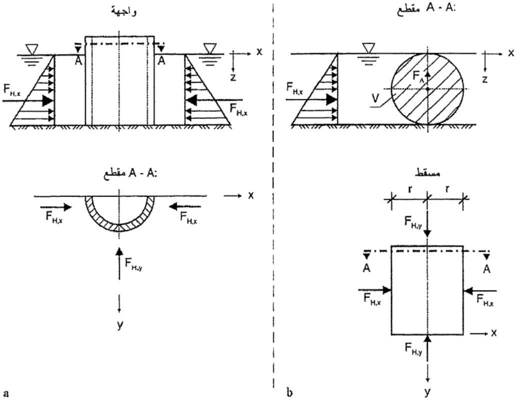
الشكل 10.4: قوة ضغط الماء على سدادة أحد خطوط الأنابيب (DN800).

يعطى مركز تأثير قوة الضغط بمساعدة اللامركزية e لسطح دائري (انظر الجدول 2.4) بالعلاقة:

$$y_D = y_s + e = y_s + \frac{r^2}{4 \cdot y_s} = 1{,}4 + \frac{0{,}4^2}{4 \cdot 1{,}4} = 1{,}429 \text{ m}$$

و

$$z_D = y_D \cdot \sin\alpha = 1{,}429 \cdot \sin 30° = 0{,}714 \text{ m}$$



الشكل 11.4: قوى ضغط الماء على السطوح المنحنية (هنا سطح اسطواني) a: إنحناء أفقي، b: إنحناء رأسي

4.2.2.4 قوة ضغط الماء على السطوح الجانبية المنحنية

نادراً ما تصادف السطوح الجانبية المقعرة المفرغّة في المنشآت المائية كون إنتاجها تقنياً مكلفاً جداً. وفي أغلب الحالات يكون المطلوب حساب قوى ضغط الماء على سطوح منحنية أفقية أو رأسية بسيطة (انظر الشكل 11.4).

ويكون ضرورياً للحساب في الحالة العامة، حساب القوى كمركبات أفقية ورأسية (انظر الشكل 11.4a وb).

القوى الأفقية

لأجل مركبات قوة ضغط الماء الأفقية في الاتجاه x وy تصلح العلاقات الآتية (انظر الشكل a11.4 وb11.4):

$$F_{H,x} = \rho_w \cdot g \cdot z_{sx} \cdot A_x \ [N] \quad (16a.4)$$

$$F_{H,y} = \rho_w \cdot g \cdot z_{sy} \cdot A_y \ [N] \quad (16b.4)$$

A_x , A_y مسقط السطوح المضغوطة في الاتجاه x وy [m^2]،

$z_{sx,} z_{sy}$ موضع مركز الثقل للسطوح المسقطة [m].

القوى الرأسية – الموجهة نحو الأسفل (الحمولات الرأسية)

قوة ضغط الماء الرأسية F_v تكون مساوية لوزن مجسم الماء الساكن المتواجد فوق السطح (الحمولات الرأسية). بذلك نحصل على:

$$F_v = \rho \cdot g \cdot V \ [N] \quad (17.4)$$

تؤثر القوى F_v أيضاً في مركز ثقل مجسم الماء (انظر الشكل 12.4)

القوة الرأسية الموجّهة نحو الأعلى (قوة الرفع)

عند ما يتميّز السائل بحدود ثابتة على سبيل المثال، حالة الاسطوانة المرسومة في الشكل (b11.4)، حيث تظهر مركبة القوة الموجّهة نحو الأعلى (الرفع)، وتمثل قيمة هذه القوة وزن حجم الماء المزاح (انظر الشكل 12.4)، وحسب ذلك ينتج:

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V \ [N] \quad (18.4)$$

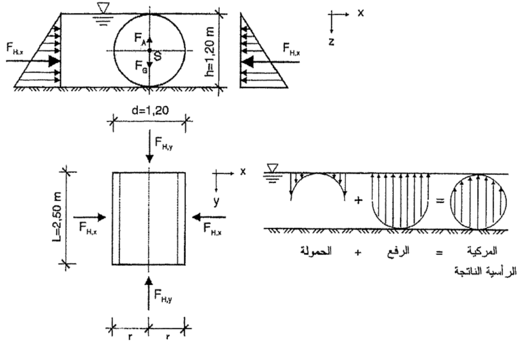
خلاصة حول مركز تأثير القوى

تمر جميع قوى ضغط الماء المؤثرة في حالة السطوح الكروية والاسطوانية في مركز الدائرة، وفي السطوح المنحنية والتـــي ليس لها أشكال نظامية لا تمر مركبات القوة الثلاث عادة من نقطة مشتركة واحدة، وبذلك تجمع إلى قوة ناتجة واحدة والى عزم واحد.

مثال – قوى ضغط الماء على اسطوانة مغمورة بشكل كامل.

تمرين

المطلوب حساب قوة ضغط الماء الناتجة على خزان الزيت المغمور كليا والمرسوم في الشكل (12.4)، حيث يبلغ طول الخزان $L = 2.5$ m – أين تؤثر قوة ضغط الماء؟ – كيف تتغير حالة التحميل عندما يملأ خزان الزيت بشكل كامل بزيت تدفئة ($\rho_{Heatingoil} = 850$ kg/m^3).



الشكل 12.4: قوى ضغط الماء على خزان زيت مغمور بشكل كامل.

الحـــل

إن قوى ضغط الماء الأفقية تلغي نفسها، طالما أنها تؤثر بشكل زوجي عكس بعضها ولها قيمة متساوية، ومركبة القوة الرأسية F_A (هنا قوى الرفع) تمثل وزن جسم الماء المزاح ذا الحجم V، هذا يعنـــي:

$$F_A = \rho \cdot g \cdot V = \rho \cdot g \cdot L \cdot \pi \cdot r^2 = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}5 \cdot \pi \cdot 0{,}6^2 = 27737 N \approx 27{,}7 \text{kN}$$

في حالة خزان اسطوانـــي الشكل مغمور بالكامل تؤثر قوة رفع في مركز ثقل الاسطوانة (مركز ثقل الجسم). عندما يملأ الخزان تؤثر قوة الرفع F_A عكس قوة وزن المادة التـــي تملأ

الخزان $F_G = \rho_{Heizöl} \cdot g \cdot V_{tank}$، وعندما لا نأخذ الوزن الذاتـــي لخزان الزيت بعين الاعتبار، تبقى لمركبة القوة الرأسية المؤثرة نحو الأعلى القيمة:

$$F = F_A - F_G = F_A - \rho_{Heatingoil} \cdot g \cdot V_{Tank} = 27737 - 850 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}5 \cdot \pi \cdot 0{,}6^2$$
$$= 4161\ \text{N} \approx 4{,}2k\ \text{N}$$

تبين هذه النتيجة أن الخزان سيعوم بدون التأمين المناسب وبدون وزن ذاتـــي كاف.

3.4 الماء الجاري

يجب التمييز بين عمليات الجريان بدون احتكاك (المثالية) والأخرى المترافقة بالاحتكاك (الحقيقية). توصف الجريانات المثالية بعلاقات الحركة لأويلر، بينما في الجريانات الحقيقية يجب أن يراعى إضافة لذلك احتكاك السائل على شكل قوى اضطراب (جيشان) ولزوجة، ولا يمكن أن يتم استنتاج هذه العلاقات الكاملة إلا بمساعدة طرق حل رياضية معقدة (انظر الفقرة 8.4).

غير أنه في كثير من الحالات العملية يكون كافياً مراقبة بسيطة لعمليات الجريان استناداً إلى العلاقات الأساسية للهيدروليك الهندسي، هذه العلاقات هي علاقة الاستمرار (حفظ الكتل)، علاقة الطاقة (علاقة برنو للي) علاقة دفع القوة (انحفاظ الدفع)، ويتم إدخال فواقد الجريان في الحسابات الهيدروليكية بمساعدة معاملات تجريبية، هذه المعاملات للفواقد تحدد إما بواسطة تقنية التجارب أو تؤخذ من الجداول للحالات القياسية.

1.3.4 علاقة الاستمرار

لأجل الوصل الأنبوبـــي الموضح في الشكل (13.4) بين إحدى القنوات ومنخفض ما يمكن أن نفترض، بأن كمية المياه الداخلة في واحدة الزمن هي نفسها التـــي تخرج مرة أخرى أيضاً (مبدأ انحفاظ الكتلة $dm/dt = 0$).

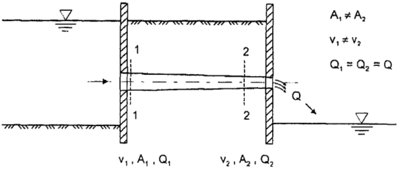
من ذلك نحصل على علاقة الاستمرار:

$$\upsilon_1 . A_1 = \upsilon_2 \cdot A_2 = Q = \text{cons}\ [\text{m}^3/\text{s}] \qquad (19.4)$$

υ_1, υ_2 السرعة المميزة في المقطع 1 و2 [m/s]

A_1, A_2 مساحة المقطع العرضي 1 و2 $[m^2]$

Q التصريف $[m^3/s]$



الشكل 13.4: رسم توضيحي لعلاقة الاستمرار.

مثال- علاقة الاستمرار

تمرين

عبر الأنبوب الموّضح في الشكل (13.4) يجري Q = 50 l/s. – ما السرعات الناتجة في المقاطع 1 و2، ($d_1 = 0,50\ m \rightarrow A_1 = 0,1963\ m^2$) و($d_2 = 0,15\ m \rightarrow A_2 = 0,0177\ m^2$)؟

الحــــل

من علاقة الاستمرار (19.4) نحصل على:

$$\upsilon_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0,05}{0,1963} = 0,25\ \frac{m}{s}$$

و

$$\upsilon_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0,05}{0,0177} = 2,82\ \frac{m}{s}$$

2.3.4 علاقة برنولي

تستخرج علاقة برنو لي من علاقة أويلر للحركة، حيث تراقب عملية الجريان بشكل مبسّط على طول المسار المميّز لجزيئة ماء (شريحة جريان بطول ds) (جريان أحادي البعد)، ولأجل عملية الجريان المثالية غير المستقرة تكتب علاقة برنولي بالشكل:

$$\frac{1}{g}\int\frac{\partial \upsilon}{\partial t}\cdot ds+\frac{\upsilon^2}{2g}+z+\frac{p}{\rho\cdot g}=c \qquad (20.4)$$

$\frac{1}{g}\int\frac{\partial \upsilon}{\partial t}\cdot ds$ الارتفاع الناتج عن التسارع [m]

(0 # في حالة الحركة غير المستقرة؛ 0 = في حالة الحركة المستقرة)

$\frac{\upsilon^2}{2g}$ الارتفاع الناتج عن السرعة (= الطاقة الحركية) [m]

$\frac{p}{\rho\cdot g}$ الارتفاع الناتج عن الضغط [m]

z الارتفاع الجيوديزي (الجغرافي) [m]

C ثابت [m]

إن علاقة برنولي هذه تصلح فقط وبصعوبة شديدة لمسار جزيئة ماء مستقلة.

1.2.3.4 الجريانات غير المستقرة والمستقرة

في العلاقة (20.4) أدخلت المصطلحات "غير مستقر" و"أحادي البعد"، ويتم الحديث عن الجريان غير المستقر أو المتعلق بالزمن، عندما تتغير سرعة الجريان مع الزمن، هذا يعني تكون صيغة التكامل في العلاقة (20.4) غير مساوية للصفر ($\frac{\partial v}{\partial t}\neq 0$)، والتغيرات السريعة لمنسوب الماء مثل الإملاء والتفريغ لحوض تخزين تكون عمليات نمطية لعمليات الجريان غير المستقرة (مرتبطة بالزمن).

ونتحدث عن الجريانات المستقرة، عندما لا تتغير سرعة هذه الجريانات مع الزمن ($\frac{\partial v}{\partial t}=0$) أو عندما يتم التغيير بصورة بطيئة جداً، بحيث يمكن إهمال المركبات الزمنية (تسمى بحالة الجريان شبه المستقرة).

2.2.3.4 الجريانات أحادية ومتعددة الأبعاد

أثناء طريقة المراقبة أحادية البعد يراقب الجريان باتجاه واحد، حيث تهمل التأثيرات والمؤثرات من الاتجاهات الأخرى. تؤخذ مثل هذه التبسيطات فقط عندما تسود الجهة المختارة على عملية الجريان (جهة الجريان الرئيسية) وعندما تنسب القيم المبحوث عنها إلى

هذه الجهة للجريان، وبذلك يكون على سبيل المثال كافياً، لحساب مواضع منسوب الماء لإحدى القنوات المنشأة، مراعاة الجهة الرئيسية الغالبة فقط وتبقى تأثيرات الجريانات العرضية (الجريانات الثانوية) مهملة.

غير أنه عندما يحصل غمر كبير للجوانب، لا يمكن الاستمرار في إهمال الجريان المعترض لجهة الجريان الرئيسية. هذا يصلح بشكل خاص بعد أن تحسب مواضع منسوب الماء للمجالات التـــي تقع خارج جهة الجريان الرئيسية. في مثل هذه الحالات يكون الانتقال إلى صيغة حساب ثنائي البعد ضرورياً.

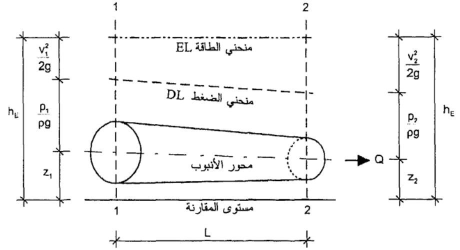
توجد تصاميم مساعدة تقنية حاسوبية تمكّن من مراعاة النتائج الثانوية للمؤثرات، حيث تؤخذ على سبيل المثال التأثيرات الفاعلة بالاتجاه العرضي (مثلاً عبر النباتات أو شكل القناة) في الحساب الهيدروليكي للقنوات المنشأة بشكل شبه طبيعي على شكل معاملات إضافية في عملية الحساب أحادي البعد (DVWK, 1991 b).

تكون المراقبة بثلاثة أبعاد ضرورية، عندما تختبر على سبيل المثال عمليات الجريان حول الأجسام الإنشائية، حيث تكون كل اتجاهات الجريان هامة (مثلاً الحفر حول أعمدة الجسور)، أي أنه في هذه الحالة توجد عادة أهمية لكل جهات الجريان الثلاث.

3.2.3.4 الجريانات المستقرة أحادية البعد

في حالات تطبيقية كثيرة يكون استخدام الحالة المستقرة أحادية البعد كافياً. تأخذ علاقة بر نولي للجريانات المثالية الشكل الآتـــي:

$$z+\frac{p}{\rho g}+\frac{\upsilon^2}{2g}=h_{\mathrm{E}}=\mathrm{cons\,tan}\,t \quad [\mathrm{m}] \qquad (21.4)$$



الشكل 14.4: التمثيل البيانـــي لعلاقة برنولي بدون فواقد جريان.

باعتبار أن العلاقة السابقة تملك بعد الطول أو الارتفاع فمن الممكن التمثيل البيانـــي الواضح (الشكل 14.4).

إن الحدود المستقلة في علاقة برنولي تمثّل كارتفاع جغرافي z، وارتفاع ناتج عن الضغط $P/(\rho g)$ ووارتفاع ناتج عن السرعة $\upsilon^2/(2g)$، ويكون مجموعها مساوياً لارتفاع الطاقة h_E، ويتحقق لأجل المقاطع 1 و2 (انظر الشكل 14.4) العلاقة الآتية:

$$h_E = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\upsilon_2^2}{2g} = cons\tan t \text{ [m]} \qquad (22.4)$$

حيث يمثل مسار الأجزاء الثلاثة محور الأنبوب وخط الضغط DL ومنحنـــي الطاقة EL بالنسبة لمستوى المقارنة الأفقي.

4.2.3.4 اعتبار فواقد الجريان

لأجل الجريانات الحقيقية تحسب فواقد الجريان في علاقة برنولي بواسطة معاملات تجريبية، لذلك يتم إدخال ارتفاع الفاقد h_v في العلاقة (22.4)، وعبر هذا الارتفاع للفاقد تحسب الفواقد في جزء الجريان المدروس ويتم اختصار ارتفاع الطاقة البدائي h_E (الشكل 15.4). ويتحقق عندئذ:

$$h_{E2} = h_{E1} - h_v \text{ [m]} \qquad (23.4)$$

بذلك تأخذ علاقة برنولي الموسعة الشكل:

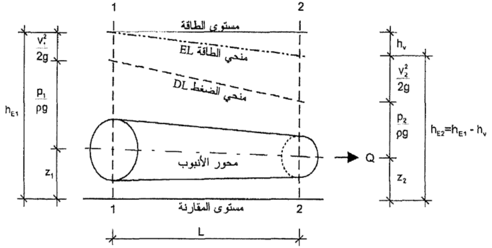
$$h_{E1} = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\upsilon_2^2}{2g} + h_v = h_{E2} + h_v = constant \text{ [m]} \quad (24.4)$$

إن ارتفاع الطاقة متعلق بالمكان ويملك على طول مسافة الجريان L الميل I_E

$$I_E = \frac{h_v}{L} \text{ [-]} \quad (25.4)$$

يمكن أن يعبر عن ارتفاع الفاقد h_v بشكل تقريبي بالعلاقة:

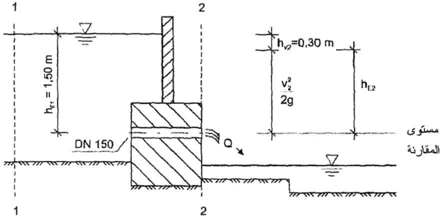
$$h_v = \varsigma \cdot \frac{\upsilon_m^2}{2g} \text{ [m]} \quad (26.4)$$



الشكل 15.4: التمثيل البياني لعلاقة برنولي مع فواقد الجريان (علاقة برنولي الموسّعة).

وتكون فواقد الجريان h_v متناسبة طرداً مع مربع سرعة الجريان الوسطية υ_m، ويحدد معامل الفاقد ς عادة عبر تقنية تجريبية، وعند الحاجة في الواقع العملي توجد جداول عديدة والتي منها يمكن أخذ معاملات فواقد وسطية لحالات جريان متكررة كثيراً (مثلاً Schnider, 1996; Wendehorst, 2000).

مثال- حساب مقدرة التصريف



الشكل 16.4: التصريف عبر أنبوب (h = constsnt = 1,5 m).

تمرين

ما هو حجم الماء الذي يجري في عشر ساعات عبر الأنبوب ($d = 0{,}15$ m $\rightarrow A = 0{,}0177$ m^2) إلى المناطق خلف جدار الحماية من الفيضان (انظر الشكل 16.4)؟ يبلغ عمق الماء $h = 1{,}5$m، وتم حساب ارتفاع الفاقد عند مخرج الأنبوب (المقطع 2) فكان $h_v = 0{,}3$ m، والمطلوب حساب التصريف المار للظروف المثالية (بدون فواقد) والحقيقية (مع فواقد).

نستخدم للحل علاقة برنولي الموسّعة للمقطعين 1 و2 ونحصل على العلاقة:

$$h_{E1} = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\upsilon_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\upsilon_2^2}{2g} + h_v = h_{E2} + h_v$$

الحـــل

وضع مستوي المقارنة في محور الأنبوب، بحيث يمكن تعويض القيم التالية مباشرة: $z_1 = h, \upsilon_1 = 0$ و $z_2 = 0$. علاوة على ذلك يتحقق $P_1 = P_2$ باعتبار أن الضغط الجوي P_{amb} يؤثر على كلا المقطعين، بذلك تصبح العلاقة السابقة أكثر بساطة بحيث تكتب بالشكل:

$$h_{E1} = h = \frac{\upsilon_2^2}{2g} + h_v, \upsilon_2 = \sqrt{2g(h - h_v)}$$

مع اعتبار $Q = \upsilon \cdot A$ يصبح التصريف الداخل

$$Q = A \cdot \sqrt{2g(h - h_v)}$$

وهكذا نحصل مع مراعاة فواقد الجريان (h_v # 0)

$$Q = 0{,}0177 m^2 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81\ \text{m/s}^2 \cdot (1{,}5\ \text{m} - 0{,}3\ \text{m})} = 0{,}0859 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 86 \frac{1}{\text{s}}$$

يبلغ حجم الماء الجاري V في $t = 10$ h (36000s)

$$V = Q \cdot t = 0{,}0859 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 36000 s = 3092 \text{m}^3$$

بدون مراعاة الفواقد الجريان ($h_v = 0$) يبلغ التصريف القادم

$$Q = A \cdot \sqrt{2g \cdot h} = 0{,}0177\ \text{m}^2 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81\ \text{m/s}^2 \cdot 1{,}5\ \text{m}} = 0{,}096 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 96 \frac{1}{\text{s}}$$

وحجم الماء الجاري V في $t = 10$ h (36000s)

$$V = Q \cdot t = 0{,}096 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 36000 s = 3456\ \text{m}^3$$

ملاحظة

مساحة بمقدار ملعب كرة القدم ($68\ \text{m} \cdot 105\ \text{m} = 7140\ \text{m}^2$) تغمر بعد 10 h بارتفاع قدره 0,50 m.

5.2.3.4 علاقة الضغط القطرية

في المناطق المنحنية من القنوات المكشوفة تؤثر القوة الطاردة المركزية (النابذة) على مواضع منسوب الماء، وبالنسبة إلى سطح الماء يمكن شرح تأثيراتها في حالة الجريان المستقر عبر ما تسمى علاقة الضغط العرضية (في الاتجاه العرضي)، وتصلح العلاقة الآتية:

$$\frac{\partial p}{\partial n} = \rho \cdot \frac{v^2}{r} [\text{N/m}^3] \qquad (27.4)$$

بعد التكامل وبعض التعديلات نحصل على الصيغة التطبيقية (انظر الشكل 17.4)

$$\Delta h = \frac{v_{\text{m}}^2}{g} \cdot \ln \frac{r_{\text{a}}}{r_{\text{i}}}\ [\text{m}] \qquad (28.4)$$

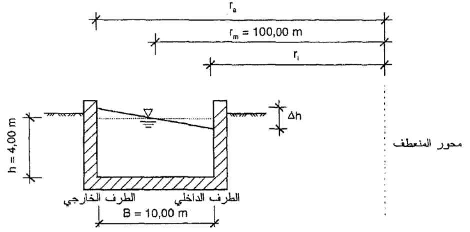
Δh فرق منسوب الماء [m]،

υ_m سرعة الجريان الوسطية [m/s]،

r_a نصف القطر الخارجي [m]،

r_i نصف القطر الداخلي [m].

يقع منسوب الماء في الجانب الخارجي بارتفاع أكبر منه في الجانب الداخلي بمقدار Δh، هذا يعنـــي أعلى ب $\Delta h/2$ مما هو في جزء الجريان المستقيم.



الشكل 17.4: مسار السطح المائي في قناة مكشوفة منحنية.

مثال- ازدياد منسوب الماء في الجانب الخارجي لقناة مكشوفة اصطناعية

تمرين

لأجل جزء مستقيم بمقطع مستطيل من قناة تصريف الفائض ($B = 10$ m) وانطلاقاً من تصريف $Q = 120{,}0\ m^3/s$ يكون عمق الماء $h = 4{,}0$ m. - ما شدة ارتفاع منسوب الماء عند الجانب الخارجي لمنحنـــي القناة (نصف قطر الانحناء $r_m = 100$ m) بالمقارنة مع جزء القناة المستقيم (الشكل 17.4)؟

الحـــل

تبلغ سرعة الجريان الوسطية υ_m

$$\upsilon_m = \frac{Q}{h \cdot B} = \frac{120{,}0}{4{,}0 \cdot 10{,}0} = 3{,}0\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

لدى قيمة لعرض القناة $B = 10,0$ m ونصف قطر انحناء وسطي $r = 100,0$ m نحصل على $r_i = 105,0$ m و $r_a = 95,0$ m. يصبح فرق منسوب الماء بين الجانب الداخلي والخارجي

$$\Delta h = \frac{\upsilon_m^2}{g} \cdot \ln \frac{r_a}{r_i} = \frac{3,0^2}{9,81} \cdot \ln \frac{105,0}{95,0} = 0,1 \text{ m}$$

هذا يعنـــي أن منسوب الماء يكون عند الطرف الخارجي أعلى بقيمة $\Delta h/2 = 0,05$ m من منسوب الماء في الجزء المستقيم من القناة.

ملاحظة

يمكن أن يظهر ارتفاع منسوب الماء باستمرار فقط في القناة ذات الجوانب والأرضية الصلبة حيث أنه في القناة الطبيعية يتم إعادة توضع قاع المجرى من خلال الجريان الثانوي (الجانبـــي).

3.3.4 علاقة كمية الحركة

يكون مجموع كل القوى الخارجية ΣF المؤثرة في جزء قناة مكشوفة أو أنبوب مساوياً لتغير كمية الحركة $\rho\, Q\, \upsilon$، التـــي يمكن أن توصف كقوة دفع F_I:

$$\sum \bar{F} = \rho \cdot Q \cdot \vec{\upsilon}_2 - \rho \cdot Q \cdot \vec{\upsilon}_1 \ \text{[N]} \qquad (29.4)$$

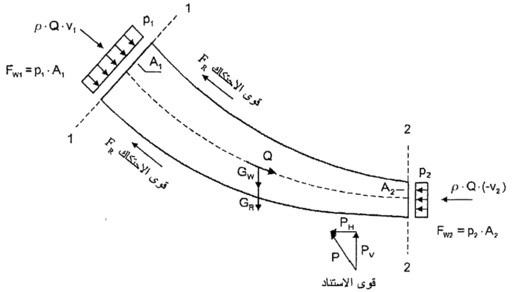
أو

$$\Sigma \bar{F} + \rho \cdot Q \cdot (\vec{\upsilon}_1 - \vec{\upsilon}_2) = 0 \ \text{[N]} \qquad (29a.4)$$

القوى الخارجية هي قوى ضغط الماء المؤثرة في المقاطع 1 و2 $\bar{F}_{wi}$

$$\bar{F}_{wi} = p_i \cdot \bar{A} \ \text{[N]} \qquad (30.4)$$

والقوى الأخرى مثل قوى الوزن للماء G_w وللأنبوب G_R وكذلك قوى الاحتكاك مع السطح الداخلي F_R وقوى الاستناد P_v وP_H أو P (الشكل 18.4).



الشكل 18.4: رسم توضيحي لعلاقة الدفع.

مجموع قوة الدفع وقوة ضغط الماء في مقطع ما تسمى في الهيدروليك قوة الصدم:

$$\vec{S} = \rho \cdot Q \cdot \vec{\upsilon} + p \cdot \vec{A} \text{ [N]} \quad (31.4)$$

ومع $Q = \upsilon \cdot A$

$$\vec{S} = (\rho \cdot \upsilon^2 + p) \cdot \vec{A} \text{ [N]} \quad (31a.4)$$

وعندما نجمع القوى الخارجية المؤثرة الأخرى تحت الرمز $\vec{W}$، يمكن صياغة توازن القوى الخارجية بين المقطعين 1 و2 بالشكل:

$$\vec{W} = (\rho \cdot Q \cdot \vec{\upsilon}_2 + p_2 \cdot \vec{A}_2) - (\rho \cdot Q \cdot \vec{\upsilon}_1 + p_1 \cdot \vec{A}_1) = \vec{S}_2 - \vec{S}_1 \text{ [N]} \quad (32.4)$$

$\vec{W}$ مجموع القوى الخارجية بدون قوى ضغط الماء [N]،

ρ الكتلة النوعية للماء [kg/m^3]،

v_i السرعة في المقطع i [m/s]،

P_i الضغط في المقطع i [N/m^2]،

A_i مساحة المقطع i [m^2].

تشمل $\vec{W}$ بشكل خاص قوى الاحتكاك وقوى الاستناد، وعندما تتواجد في الجزء

المدروس بين المقطعين 1 و2 عناصر صناعية (مثلاً عناصر تنظيم) يجب أن تدخل هذه العناصر أيضا في $\vec{W}$.

4.3.4 قوى الضغط الناتجة عن جريانات الماء

أثناء حساب قوى الضغط الناتجة عن جريانات الماء يميّز بين الجريانات في الأنابيب والجريانات في القنوات المكشوفة

1.4.3.4 الجريانات في الأنابيب

تستخدم قوة الدفع بالشكل الموضح في العلاقة (29a.4)

$$\sum \vec{F} + \rho \cdot Q \cdot (\vec{\upsilon}_1 - \vec{\upsilon}_2) = 0 \ [N] \qquad (33.4)$$

حيث أن القوى الخارجية هي قوى الاستناد والأوزان الذاتية للماء G_w والأنبوب G_R واحتكاك الجدار F_R وقوى الضغط المؤثرة على المقاطع العرضية F_w والقوى على العناصر الصناعية في الأنبوب، وضمّنت هذه القوى في العلاقة (33.4) تحت الرمز $\sum \vec{F}$.

مثال – تأثير القوى على جزء منحن في أحد الأنابيب

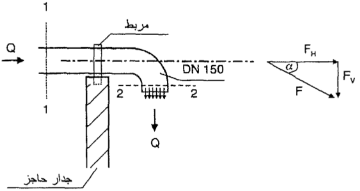
تمرين

عند أحد جدران الحماية من الفيضان تم تثبيت أحد الأنابيب (DN 150 (Ø150 mm → A = 0,0177 m^2)، ويراد ضخ Q = 0,040 m^3/s عبر هذا الأنبوب من فوق جدار الحماية إلى المجرى المائي مرة أخرى (الشكل 19.4)، ويبلغ ارتفاع الضغط في المقطع 1 P1/(ρg) = 1,0 m. تبلغ قوة الوزن للأنبوب G_R والماء المتواجد فيه G_W اجمالاً 800 N. – والمطلوب بأي قوة F يحمّل الرباط أو جدار الحماية أثناء تشغيل الخط؟

الحـــل

تبلغ سرعة الجريان υ_1 في المقطع 1

$$\upsilon_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0,040}{0,0177} \approx 2,3 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



الشكل 19.4: تحميل أحد جدران الحماية من الفيضان عبر تشغيل إحدى المضخات وضغط الماء P_1.

$$p_1 = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}0 = 9810 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2} \approx 9{,}8 \frac{\mathrm{kN}}{\mathrm{m}^2}$$

تؤثر في المقطع 1 في الاتجاه الأفقي القوة F_H (= قوة الصدم)

$$F_H = p_1 \cdot A + \rho \cdot Q \cdot \upsilon_1$$
$$F_H = 9810 \cdot 0{,}0177 + 1000 \cdot 0{,}04 \cdot 2{,}3 = 173{,}6 + 92{,}0 = 265{,}6\ \mathrm{N} \approx 0{,}3\ \mathrm{kN}$$

يسيطر في المقطع 2 الضغط الجوي، هذا يعني أن P_2 يكون صفراً وυ_2 تساوي υ_1. بذلك تصبح المركبة الرأسية F_v بمراعاة قوى الوزن G_w وG_R (كلاهما يجب أن تعوض بقيم سالبة)

$$F_v = \rho \cdot Q \cdot \upsilon_2 - G_w - G_R = 92{,}0 - 800{,}0 = -708\ \mathrm{N} \approx -0{,}7\ \mathrm{kN}$$

والمحصلة F:

$$F = \sqrt{F_v^2 + F_H^2} = \sqrt{(-0{,}7)^2 + 0{,}3^2} = 0{,}76\ \mathrm{kN}$$

تؤثر المحصلة بالزاوية α:

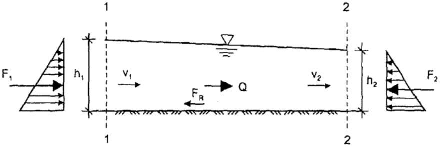
$$\tan\alpha = \frac{F_v}{F_H} = \frac{-0{,}7}{0{,}3} = -2{,}33 \rightarrow \alpha \approx -67°$$

2.4.3.4 الجريانات في القنوات المكشوفة

تستخدم قوة الدفع بالشكل الموضح في العلاقة (32.4)

$$\vec{W} = (\rho \cdot Q \cdot \vec{\upsilon}_2 + p_2 \cdot \vec{A}_2) - (\rho \cdot Q \cdot \vec{\upsilon}_1 + p_1 \cdot \vec{A}_1) = \vec{S}_2 - \vec{S}_1\ [\mathrm{N}] \quad (34.4)$$

في مجموع القوى الخارجية $\vec{W}$ تدخل قوى الوزن وقوى الاحتكاك وقوى رد الفعل من الجوانب (قوى الاستناد). يمكننا إهمال قوى الاحتكاك واعتبار جهة الجريان أفقية كون استخدام علاقة الدفع يقتصر عادة فقط على الأجزاء القصيرة التـــي فيها يكون ميل القاع صغيراً، (الشكل 20.4).



الشكل 20.4: استخدام مفهوم الدفع في جريانات القنوات المكشوفة.

مثال – ضغط الماء على أحد جدران الحجز المائلة

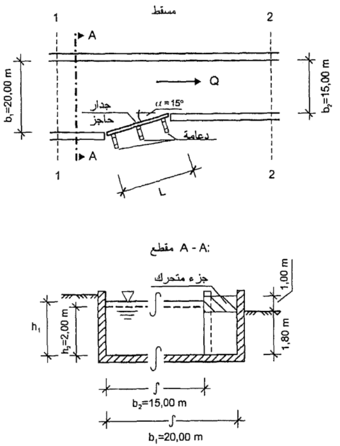
تمرين

أثناء الفيضان يجب أن يتأمن وصل الجزء المتوضع في منطقة منخفضة بسور حماية من الفيضان عبر جدار إغلاق جاهز (قابل للحركة) انظر الشكل (21.4)، في هذه المنطقة من القناة المكشوفة المستطيلة المقطع يتم تصغير العرض من $b_1 = 20$ m إلى $b_2 = 15$ m، ولأجل تصريف فيضان $Q = 120$ m^3/s يأخذ عمق الماء في المقطع 2 القيمة $h_2 = 2{,}0$ m، وتبلغ زاوية الجدار الموافقة لذلك $\alpha = 15°$، وجدار الحماية مشاد بارتفاع 1,0 m ويجب أن تكون أعماق المياه أكبر من 1,0 m، والمطلوب ما هو عمق الماء h_1 في المقطع 1 وما هي قيمة قوة ضغط الماء المؤثرة على جدار الحماية المتحرك؟

الحـــل

حسب الشكل (21.4) توفر علاقة الدفع الصيغة الآتية:

$$\rho \cdot Q \cdot \upsilon_1 + p_1 \cdot A_1 + \rho \cdot Q \cdot \upsilon_2 + p_2 \cdot A_2 + W \ \ [\text{N}]$$



الشكل 21.4: ضغط الماء على أحد جدران الحجز المائلة

قوة الصدم $S_2 = \rho \cdot Q \cdot \upsilon_2 + P_2 \cdot A_2$ تسمح بأن تحسب مباشرة مع المعطيات حسب طرح المسألة:

سرعة الجريان: $\upsilon_2 = Q/A_2 = 120{,}0/(15{,}0 \cdot 2{,}0) = 4{,}0$ m/s

قوة الدفع: $\rho \cdot Q \cdot \upsilon_2 = 1000 \cdot 120{,}0 \cdot 4{,}0 = 480000$ N$= 480{,}0$ KN

قوة ضغط الماء: $p_2 \cdot A_2 = \rho \cdot g \cdot b_2 \cdot h_2^2 / 2 = 9810 \cdot 15{,}0 \cdot 2{,}0^2 / 2 = 2943000 N$
$= 294{,}3$ kN

قوة الصدم: $S_2 = 480{,}0 + 294{,}3 \approx 774$ kN

يمكن أن توضح قوة الصدم $S_1 = \rho \cdot Q \cdot \upsilon_1 + P_1 \cdot A_1$ بالعلاقة مع عمق الماء غير المعلوم h_1.

سرعة الجريان: $\upsilon_1 = Q/(b_1 \cdot h_1) = 120{,}0/(20{,}0 \cdot h_1) = 6{,}0/h_1$ m/s

قوة الدفع: $\rho \cdot Q \cdot \upsilon_1 = 1000 \cdot 120{,}0 \cdot 6{,}0/h_1 = 720000/h_1 N = 720{,}0/h1$ kN

قوة ضغط الماء:

$$p_1 \cdot A_1 = \rho \cdot g \cdot b_1 \cdot h_1^2 / 2 = 9810 \cdot 20{,}0 \cdot h_1^2 / 2 = 9810 \cdot 20{,}0 h_1^2 / 2 = 98100 h_1^2 \text{N}$$

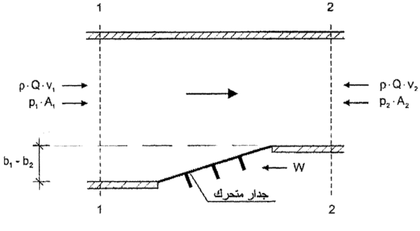
$$p_1 \cdot A_1 = 98{,}1 \cdot h_1^2 \text{ kN}$$

إن قوة رد الفعل W للجدار المائل تتوضع عكس جزء قوة الضغط الهيدروستاتيكية للمقطع 1 المؤثرة على العرض المتضايق b_1- b_2، وتمثل W جزء قوة ضغط الماء في اتجاه الجريان، عندما يؤخذ العمق h_1 على كامل طول الجدار (الشكل 22.4).

قوة رد الفعل:

$$W = \rho \cdot g \cdot (b_1 - b_2) \cdot h_1^2 / 2 = 9810 \cdot 5 \cdot h_1^2 / 2 = 24525 h_1^2 \text{ N}$$

$$W = 24{,}5 \cdot h_1^2 \text{ kN}$$



الشكل 22.4: مقطع للقوى الأفقية المؤثرة باتجاه الجريان في المقاطع 1و2 وقوة رد الفعل W لكامل الجدار المائل

عند ذلك تكتب علاقة الدفع بالشكل

$$720 / h_1 + 98{,}1 \cdot h_1^2 = 774 + 24{,}5 \cdot h_1^2$$

الحل المفيد المقبول لهذه العلاقة من الدرجة الثالثة هو

$$h_1 = 2{,}598\ \text{m} \approx 2{,}60\ \text{m}$$

والحلان الآخران غير الصالحان للعلاقة هما 1,035 m و3,634 m–، وتكون سرعة الجريان في المقطع 1

$$\upsilon_1 = 120,/(20 \cdot h_1) = 2{,}31\ \text{m/s}$$

تعطي مقارنة ارتفاعات الطاقة $h_E = h + \upsilon^2/2g$ في المقاطع 1 و2:

$$h_{E_1} = 2{,}6 + 2{,}31^2/19{,}62 = 2{,}872\ \text{m} > h_{E_2} = 2{,}0 + 4{,}0^2/19{,}62 = 2{,}815\ \text{m}$$

وحسب الفرضية الموضوعة لقوة رد الفعل W يقف الجدار المائل على كامل الطول حتـــى عمق $h_1 = 2{,}60$ m تحت الماء، ويحجز جدار الحجز المتحرك الماء خلفه لارتفاع قدره 0,8 m.

ويبلغ التحميل المطلوب معرفته للجدار لكل متر طولي والناتج عن ضغط الماء:

$$F = \rho \cdot g \cdot h^2/2 = 9810 \cdot 0{,}8^2/2 = 3{,}139\ \text{N/m} \approx 3{,}14\ \text{kN/m}$$

يبلغ طول الجدار

$$L = \frac{b_1 - b_2}{\sin\alpha} = \frac{20{,}0 - 15{,}0}{\sin 15°} = 19{,}32\ \text{m}$$

وتحسب كامل الحمولات أخيراً بالشكل

$$F \cdot L = 3{,}14 \cdot 19{,}32 \approx 60{,}7\ \text{kN}$$

4.4 حساب التصريف

إن تحديد استطاعة التصريف تكون ذات أهمية متعددة الوجوه أثناء إنشاء تجهيزات الحماية من الفيضان، وبالمقارنة مع الجريانات في الأنابيب تكون على سبيل المثال حسابات منشآت الضخ (محطات الرفع) أو مقدرة التصريف لخطوط تصريف الفائض استخدامات محتملة.

يخدم الحساب الهيدروليكي للجريان في قناة ما أساساً لحساب مقدرة التصريف لأحد المقاطع، وعند حصول التغييرات في مقطع الجريان تؤثر طبيعة المجرى شبه الطبيعية وكذلك وجود المنشآت ضمن المجرى على استطاعة التصريف وبالتالي على مناسيب الماء وتوزيع

سرعة الجريان في المقطع.

1.4.4 الجريانات في الأنابيب

إلى جانب علاقة الاستمرار تستخدم علاقة برنو لي لحساب الجريانات الحقيقية المقترنة بالاحتكاك في الأنابيب المليئة وأنظمة الأنابيب:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{v,total} = h_E \ [\mathrm{m}] \qquad (35.4)$$

إن الضياعات الناتجة عن الاحتكاك بين المقاطع 1 و2 (انظر أيضا الشكل 15.4) تؤخذ بالاعتبار عبر علاقة ارتفاع الفاقد الكلي $h_{v,totals}$، والذي يتكوّن من مجموع الفواقد الطولية $h_{v,k}$ والمحلية $h_{v,l}$.

$$h_{v,total} = \sum h_{v,k} + \sum h_{v,l} \ [\mathrm{m}] \qquad (36.4)$$

1.1.4.4 الفواقد الطولية

تحسب الفواقد الطولية $h_{v,k}$ بمساعدة العلاقة

$$h_{v,k} = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v_m^2}{2g} \ [\mathrm{m}] \qquad (37.4)$$

λ معامل المقاومة [-]،

L طول الأنبوب [m]،

d قطر الأنبوب، [m] ،

v_m سرعة الجريان الوسطية [m/s].

ولحساب معامل المقاومة λ يتم تمييز ثلاث حالات حسب مواصفات جدار الأنبوب.

- *أنابيب ملساء هيدروليكياً*

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.\lg\left(2,72\frac{(\lg \mathrm{Re})^{1,2}}{\mathrm{Re}}\right) \ [-] \qquad (38.4)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.\lg\left(\frac{2,51}{\mathrm{Re}\sqrt{\lambda}}\right) \ [-] \qquad (38a.4)$$

في حالة الأنابيب الملساء هيدروليكياً يتعلق معامل المقاومة λ بعدد رينولدز *Re* (انظر العلاقة 41.4)، واستبدلت العلاقة (38a.4) التـــي تعتمد المبدأ المتضمن من قبل Zanke (1993) بتقريب جيّد بالعلاقة (38.4).

– *الأنابيب الخشنة هيدروليكياً*

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.\lg(\frac{k/d}{3,71})\ [-] \qquad (39.4)$$

في هذه الحالة تتعلق λ بخشونة الجدار النسبية *k/d*.

– *المجال الانتقالي*

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.\lg\left(2,72\frac{(\lg \mathrm{Re})^{1,2}}{\mathrm{Re}} + \frac{k/d}{3,71}\right)\ [-] \qquad (40.4)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.\lg\left(\frac{2,51}{\mathrm{Re}.\sqrt{\lambda}} + \frac{k/d}{3,71}\right)\ [-] \qquad (40a.4)$$

يتعلق المعامل λ في المجال الانتقالي ليس فقط بعدد رينولدز *Re* وإنما أيضاً بخشونة الجدار النسبية *k/d*.

إن العلاقة (40a.4) المسماة بالعلاقة المتضمنة (implicit) والتـــي كانت مألوفة سابقاً ومعروفة كقانون المقاومة العام حسب PRANDTL-COLEBROOK-WHITE، يمكن أن تستبدل بالعلاقة (40.4) المعتمدة على المبدأ الصريح (explicit) حسب ZANKE (1993).

عدد رينولدز Re – الجريانات الصفائحية والمضطربة

من أجل الجريانات في الأنابيب تصلح العلاقة الآتية لتحديد عدد رينولدز:

$$\mathrm{Re} = \frac{\upsilon_{\mathrm{m}} \cdot d}{\upsilon}\ [-] \qquad (41.4)$$

v_m سرعة الجريان الوسطية [m/s]،

d قطر الأنبوب [m]،

ν اللزوجة التحريكية (انظر الجدول 1.4) [m^2/s].

يستخدم عدد رينولدز للتمييز بين الجريان الصفائحي ($Re < 2300$) والجريان المضطرب ($Re > 2300$).

خشونة الجدار النسبية k/d

إن نسبة خشونة الجدار المطلقة k إلى قطر الأنبوب d تسمى خشونة الجدار النسبية، ويمكن أن تؤخذ قيمة k لمواد وحالات سطوح مختلفة من الجداول (انظر الجدول 3.4)، ولأسباب تتعلق بالتبسيط تستخدم عادة في الواقع العملي قيم إجمالية، وهذه القيم تسمى خشونات تشغيل k_d (انظر الجدول 4.4).

الجدول 3.4: الخشونات k لمواد مختلفة ومواصفات سطوح الأنابيب (اقتباس من Wendehorst, 2000; Schroeder et., 1994).

المادة، حالة السطح	قيمة k [mm]
أنابيب مسحوبة، زجاج، نحاس، نحاس أصفر	0,001
أنابيب صاج حديثة اللحام	0,04-0, 1
أنابيب صاج بد رزة	1,0-9,0
أنابيب مع طلاء إسمنتي – بطانة	0,03-0, 4
أنابيب صدئة	0,15-1,0
خطوط متقصفة جدا	2,0-4,0
أنابيب بولي ايتيلين وPVC جديدة	0,002-0,01
أنابيب أسبستوس إسمنتية	0,025-0,1
أنابيب فخارية	0,05-0,16
أنابيب بيتونية	0,1-0,8
أنابيب صرف – بلاستيكية متموجة	2,0

الجدول **4.4**: القيم الإجمالية للخشونات المسماة خشونات االتشغيل k_b.

للاستخدام في	قيم k_b [mm]
مسافة التخفيض "خطوط الأنابيب المضغوطة [a,b]، أنفاق الأنابيب المطمورة والمسافات المبطنة بدون آبار (غرف مراقبة)	0,25
قنوات ناقلة مع آبار[c]	0,50
قنوات وأنابيب[c] جامعة – مع آبار خاصة[d] – قنوات ناقلة[e] مع آبار خاصة	1,0
قنوات وأنابيب[c] جامعة – قنوات بأسوارحجرية، ذات بيتون محلي – قنوات بدون أنابيب قياسية – بدون تحقيق خاص لخشونة الجدار	1,5

a بدون فواقد دخول وخروج ومنحنيات

b بدون شبكة ضغط

c DN ≤ 500: h_F = DN; DN >500: $h_{2.Qt} \leq h_F \geq 500$

d أجزاء جاهزة (انظر s. ATV-A241)

e h_F about. ≤ DN/2 (h_F = Waterdepth)

مخطط – Moody

مخطط – Moody هو تمثيل بيانـــي للعلاقات (38.4 و40a.4) انظر الشكل (23.4)، من هذا المخطط يمكن قراءة λ المبحوث عنها، عندما تكون قيم العلاقات Re وk/d معروفة.

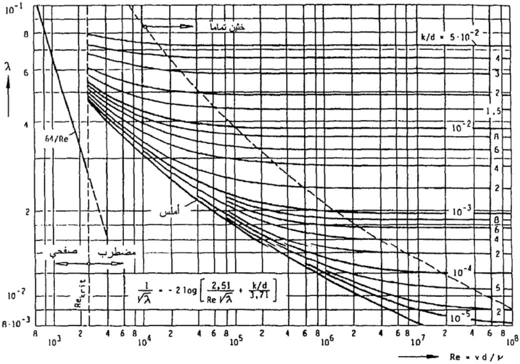
2.1.4.4 الفواقد المحلية

تحدث فواقد الجريان المحلية (المكانية) $h_{v,1}$ عبر مضايقات وارتباكات في حقل السرعة (مثلاً عبر العناصر الصناعية المتواجدة في مقطع الأنبوب)، وتستخدم عادة العلاقة

$$h_{v,1} = \varsigma \cdot \frac{\upsilon_m^2}{2g} \text{ [m]} \tag{42.4}$$

ζ معامل الفاقد [-]،

υ_m السرعة الوسطية حسب مكان ارتباك الجريان [m/s].



الشكل 23.4: معامل المقاومة $\lambda = f(Re, k/d)$ للأنابيب الطبيعية الخشنة حسب Colebrook-White (Moody-Diagram)(from Schroeder, 1994).

تظهر الفواقد المحلية عند

- التغيرات في المقطع،
- عند المداخل،
- عند المخارج،
- أثناء التغيرات في الاتجاه،
- أثناء التفرعات،
- عند السدادات وعناصر التنظيم.

إن قيم المعاملات ζ وشرح طريقة حساها نجدها في الجداول الخاصة ها (Wendehorst,2000; Schneider, 1996; Schroder et., 1994).

في حالة توضع مصادر الفاقد إلى جانب بعضها بكثافة يجب أن تؤخذ تأثيراهما المتبادلة

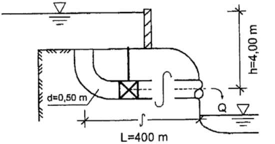
بالاعتبار.

مثال – حساب استطاعة التصريف لجزء من أنبوب

تمرين

إن صمام الإغلاق الموضح في خط الأنابيب في الشكل (24.4) ($DN\ 500 \rightarrow d = 0,5 \rightarrow A = 0,196\ m^2$) تم إغلاقه سهوا بمقدار النصف. ما هي قيمة التصريف إلى المناطق المتوضعة عميقاً خلف جدار الحماية من الفيضان؟

الأبعاد الهندسية		*معاملات الفاقد المقدّرة*	
فرق الارتفاع	$h = 4,0\ m$	عند المدخل	$\zeta_E = 0,5$
طول الأنبوب	$L = 400\ m$	في المنحنـــي	$\zeta_k = 1,3$
خشونة الجدار (أنابيب فخارية)	$K = 0,16\ m$	في عنصر تنظيم نصف مفتوح	$\zeta_D = 1,7$



الشكل 24.4: التصريف إلى منخفض خلف جدار حماية من الفيضان.

الحــــل

يساوي ارتفاع الطاقة الموجود عند مدخل خط الأنابيب h_E فرق الارتفاع h. عبر الفواقد الطولية والمحلية التـــي تظهر، يخفّض ارتفاع الطاقة حتـــى نهاية الخط إلى ارتفاع السرعة $\upsilon_m^2/2g$ عند المخرج. وتستخدم العلاقة الآتية:

$$h_E = \frac{\upsilon_m^2}{2g} + \sum h_v = \frac{\upsilon_m^2}{2g} + \left(\varsigma_E + \varsigma_k + \varsigma_D + \lambda \cdot \frac{L}{d}\right)\frac{\upsilon_m^2}{2g}$$

$$h_E = (1 + \left(\varsigma_E + \varsigma_k + \varsigma_D + \lambda \cdot \frac{L}{d} \right)) \frac{\upsilon_m^2}{2g}$$

يتعلق معامل الاحتكاك المجهول حتـــى الآن في هذه العلاقة λ بالسرعة υ_m المبحوث عنها عن طريق عدد رينولدز Re. تحسب قيمة λ أولا بإهمال Re. وقبول ظروف خشنة هيدروليكياً بمساعدة العلاقة (39.4) أو عبر مخطط مودي (انظر الشكل 23.4).

$$\frac{k}{d} = \frac{0{,}16}{500} = 3{,}2 \cdot 10^{-4} \rightarrow \lambda = 0{,}015$$

بذلك تنتج القيمة الأولى لـــ υ_m

$$4{,}0 = \left(1 + 0{,}5 + 1{,}3 + 1{,}7 + 0{,}015 \frac{400}{0{,}5} \right) \frac{\upsilon_m^2}{2g}$$

$$\frac{\upsilon_m^2}{2g} = 0{,}242\,\text{m} \rightarrow \upsilon_m = 2{,}18\,\text{m/s}$$

بقبول أن اللزوجة تبلغ $\upsilon = 1{,}3 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2/\text{s}$ (انظر الجدول 1.4)، نحصل على عدد رينولدز

$$\text{Re} = \frac{\upsilon_m \cdot d}{\nu} = \frac{2{,}18 \cdot 0{,}5}{1{,}3 \cdot 10^{-6}} = 8{,}38 \cdot 10^5$$

وبمساعدة العلاقة (40.4) نحصل على معامل جديد للمقاومة

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.\lg(2{,}72 \frac{(\lg 8{,}38 \cdot 10^5)^{1{,}2}}{8{,}38 \cdot 10^5} + \frac{3{,}2 \cdot 10^{-4}}{3{,}71}) \rightarrow \lambda = 0{,}016$$

وتنتج لاحقاً السرعة الوسطية المصححة υ_m بسهولة

$$4{,}0 = \left(1 + 0{,}5 + 1{,}3 + 1{,}7 + 0{,}016 \cdot \frac{400}{0{,}5} \right) \frac{\upsilon_m^2}{2g}$$

$$\frac{\upsilon_m^2}{2g} = 0{,}231\,\text{m} \rightarrow \upsilon_m = 2{,}13\,\text{m/s}$$

ويبلغ التصريف النهائي المبحوث عنه Q

$$Q = A \cdot \upsilon_m = 0{,}196 \cdot 2{,}13 \approx 0{,}42\ \text{m}^3/\text{s}$$

ملاحظة

لا يعطي الحساب الجديد لـ Re و λ أي تحسين على النتائج.

2.4.4 الجريانات في القنوات المكشوفة

لحساب السرعة υ_m للجريان المنتظم المستقر (المسمى الجريان العادي أو النظامي) تتوفر علاقتان: قانون الجريان العام حسب Darcy-Weisbach كعلاقة تجريبية نظرية، والأخرى علاقة الجريان حسب Manning- Strickler كطريقة تجريبية.

1.2.4.4 قانون الجريان العام

يمكن أن تحسب سرعة الجريان الوسطية υ_m في قناة مكشوفة بقانون الجريان العام حسب Darcy-Weisbach بالعلاقة

$$\upsilon_m = \sqrt{\frac{2g \cdot d_{hy} \cdot I_E}{\lambda}} = \sqrt{\frac{8g \cdot r_{hy} \cdot I_E}{\lambda}} \ [m/s] \qquad (43.4)$$

d_{hy} القطر الهيدروليكي [m]،

r_{hy} نصف القطر الهيدروليكي [m]،

I_E ميل خط الطاقة [-]،

λ معامل المقاومة [-].

وهذه العلاقة تماثل العلاقة المعطاة سابقاً للجريانات في الأنابيب (37.4)، عندما ندخل مكان النسبة $h_{v,k}/L$ الميل I_E ونعوّض القطر الهندسي d بالقطر الهيدروليكي أو بأربعة أمثال نصف القطر الهيدروليكي r_{hy} مكان d_{hy}، ويعرف r_{hy} كنسبة من مقطع الجريان A إلى المحيط المبلول L_u:

$$r_{hy} = \frac{A}{L_u} \qquad (44.4)$$

في حالة المقطع الدائري المملوء بالكامل نحصل على العلاقة $r_{hy} = d/4$، وبشكل مشابه لذلك تم بشكل عام اعتبار أن أربعة أمثال نصف القطر الهيدروليكي هي القطر الهيدروليكي d_{hy}.

$$d_{hy} = 4 \cdot r_{hy} = 4 \frac{A}{L_U} \text{ [m]} \quad (44a.4)$$

إن الميل I_E هو ميل خط الطاقة والذي يستنتج من العلاقة $I_E = h_{v,k}/L$ ويكون أيضاً هو نفسه ميل القاع I_{so} وميل منسوب الماء I_w، لكون الجريان النظامي المذكور أعلاه معرّف بحيث أن الميول الثلاثة تكون متساوية ($I_E = I_{so} = I_w$).

لحساب معامل المقاومة λ تستخدم كما هو للجريانات في الأنابيب العلاقات (40.4 و40a.4)، بينما يجب أن يستبدل القطر الهندسي d بالقطر الهيدروليكي ($R_e = \upsilon_m \cdot d_{hy}/\nu$ و k/d_{hy}). ولكن باعتبار أنه في القنوات المكشوفة يغلب تأثير خشونة الجدار والقاع وأن تأثير عدد رينولدز يمكن إهماله يمكن أن تستخدم العلاقات (40.4 و40a.4) بالشكل المختصر الآتـــي (قارن مع العلاقة 39.4) .

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2.\lg\frac{3,71 d_{hy}}{k} = 2.\lg\frac{14,84 r_{hy}}{k} \text{ [-]} \quad (45.4)$$

تتعلق قيمة الخشونة k بمادة القاع والحالة الإنشائية لها، ويحتوي الجدول (5.4) بعض قيم الخشونات المعروفة k.

الجدول 5.4: الخشونات k لقيعان المجاري المائية المميزة (لبقية القيم انظر مثلاً Wendehorst,,2000;Schneider,1996; Schneider et al., 1994; Schroder,1990)

مادة القاع، الحالة الإنشائية	قيمة k [mm]
رمل موحل	15-30
حصى ناعم	35-50
حصى مع حجارة كبيرة	70-110
حصى	80
حصى خشن حتـــى الجلاميد	60-200
ردميات حجرية ثقيلة	200-300
رصف القاع	30-50
حجارة خشنة وصخر	500-700

الجدول (6.4): معامل شتركلر k_{st} لقيعان المجاري المائية المميزة (لأجل بقية القيم انظر مثلاً Wendehorst,,2000;Schneider,1996; Schneider et al., 1994; Schroder,1990)

	قيم k_{st}		قيم k_{st}
المجاري المائية الطبيعية		*القنوات الترابية*	
نهر مع قاع صلبة منتظم	40-42	مواد صلبة، ملساء	60
نهر مع مواد صلبة متحركة على القاع معتدلة	35-38	رمل صلب مع بعض الطين والجلاميد	50
نهر، يحتوي على أعشاب	30-35	قاع من الرمل والحصى، رصف للجوانب	45-50
نهر مع مواد متدحرجة وعدم انتظام	30	حصى ناعم	40
نهر ، غنـــي بالمواد الصلبة المتحركة على القاع (الرواسب)	28-30	حصى خشن	35
ضفاف، حسب النبات	20-25	لوم على القاع	30
جدول أولي (ضمن الغابة) مع مواد متدحرجة خشنة	25-28	مع توضع حجري خشن	26-30
جدول أولي (ضمن الغابة) مع مواد متدحرجة خشنة ومواد صلبة متحركة على القاع	19-22	رمل، لوم، حصى، كثيف النبات	20-26
القنوات الصخرية			
متوسطة الخشونة مكسّرة	25-30		
مفجّرة بعناية	20-25		
تكسير خشن جدا	15-20		

ملاحظة: في المراجع الإنكليزية يستخدم المعامل n (حسب Manning)، يصلح للحساب $n = 1/k_{st}$.

2.2.4.4 علاقة مانيننغ – شتركلر للجريان

تنص علاقة الجريان التجريبية الموضوعة بين أيدينا والبسيطة حسب مانيننغ – شتركلر

$$\upsilon_m = k_{St} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I_E^{1/2} \qquad (46.4)$$

υ_m سرعة الجريان الوسطية [m/s]،

k_{st} معامل حسب شتركلر [$m^{1/3}$/s]،

r_{hy} نصف القطر الهيدروليكي [m]،

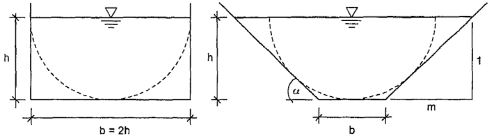
I_E ميل منحنـــي ارتفاع الطاقة [-] .

تصلح أيضاً هذه العلاقة للجريان النظامي (كما ورد أعلاه)، ويجب حساب نصف القطر الهيدروليكي حسب العلاقة (44.4) ، ويتم تضمين جميع مقاومات الجريان بشكل تجميعي في معامل شتركلر k_{st}، ويمكن اختيار قيم k_{st} من الجدول (6.4)، ونستطيع أخذ القيم الأخرى تقديرياً من الجداول.

3.2.4.4 مقاطع الجريان الملائمة هيدروليكياً

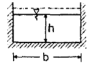
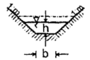
يتم إدخال الأبعاد الهندسية الخاصة بكل مقطع في الحساب عبر نصف القطر الهيدروليكي $r_{hy} = A/L_u$ في قانون الجريان العام "العلاقة (43.4)" وفي علاقة مانيننغ – شتركلر العلاقة (46.4)، يكون نصف القطر الهيدروليكي أكبر كلما كان المحيط المبلول L_u للمساحة المعطاة A أصغر، هذا يعنـــي كلما كان شكل المساحة أكثر اكتنازاً. في القنوات المكشوفة تم التوصل إلى الشكل الأكثر اكتنازاً لمساحة ما، أي إلى أكبر نصف قطر هيدروليكي عبر نصف الدائرة. تكون أشكال مقاطع الجريان الأخرى أكثر استطاعة، كلما اقتربت من نصف الدائرة (انظر الشكل 25.4).

يحتوي الجدول (7.4) القيم النسبية الملائمة لمقاطع مستطيلة وشبه منحرفة.



الشكل 25.4: أشكال المقاطع الملائمة هيدروليكياً.

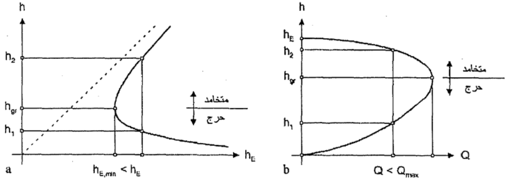
الجدول 7.4: نسب الجوانب الملائمة هيدروليكياً.

شكل المقطع	قيمة النسبة
مستطيل 	$b/h = 2$
شبه منحرف 	$\frac{b}{h} = 2\left(\sqrt{1+m^2} - m\right)$ الميل المناسب $1:m = 1:0{,}58$ (d.h. $\alpha = 60°$)

4.2.4.4 ملاحظات عن ارتفاع الطاقة

إن ارتفاع الطاقة h_E المنسوب إلى قاع قناة مكشوفة يساوي إلى مجموع عمق الجريان h والارتفاع الناتج عن السرعة $\frac{v_m^2}{(2g)}$

$$h_E = h + \frac{v_m^2}{2g} \text{ [m]} \qquad (47.4)$$



الشكل 26.4: العلاقة بين ارتفاع الطاقة hE والتصريف Q وعمق الجريان h. وللحالة الحدية يتحقق:

(hE = hE,min أو Q = Qmax) :a التصريفQ = const، :b ارتفاع الطاقة hE = const.

عندما نعوض سرعة الجريان v_m من علاقة الاستمرار $Q = A \cdot v$ بالتصريف Q والمساحة

A نحصل على:

$$h_E = h + \frac{1}{2g} \cdot \frac{Q^2}{A^2} \text{ [m]} \quad (48.4)$$

وبحلها حسب Q نجد:

$$Q = A\sqrt{2g(h_E - h)} \text{ [m]} \quad (48a.4)$$

تتعلق مساحة المقطع A بعمق الجريان h. يوضح الشكل (26.4) العلاقة التابعية $h_E(h)$ للتصريف الثابت Q و$Q(h)$ لارتفاع طاقة ثابت h_E.

لكلا المنحنيين حد أعظمي لأجل العمق $h = h_{gr}$، المسماة الحالة الحدية. نعلم أنه من جهة ما يجب أن يتواجد لأجل تصريف معطى Q ارتفاع طاقة أصغري $h_{E,min}$ ومن جهة أخرى يمكن أن نمرر تصريفاً أعظمياً Q_{max} لارتفاع طاقة معطى h_E.

من الشرط الحدي $dh_E/dh = 0$ (انظر العلاقة 48.4) أو $dQ/dh = 0$ (انظر العلاقة 48a.4) نحصل على علاقة للسرعة υ_{gr} في الحالة الحدية، والتـــي تمثّل سرعة الانتشار لموجة سطحية في قناة مكشوفة، وتعطى العلاقة:

$$\upsilon_{gr} = \sqrt{\frac{g \cdot A}{b_{Sp}}} \text{ [m/s]} \quad (49.4)$$

A مساحة المقطع المحسوبة بالعمق الحدي h_{gr} [m^2]،

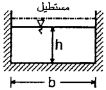
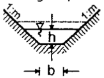
b_{sp} عرض منسوب الماء المحسوب بالعمق الحدي h_{gr} [m].

تصلح هذه العلاقة بشكل عام وبالتالي قابلة للاستخدام لأي مقطع جريان.

لأجل حالة بسيطة لقناة ذات مقطع مستطيل (وأيضاً للحالات النادرة مثلث وقطع ناقص) يمكن أن تعطى جميع العلاقات بين h_{gr} و$h_{E,min}$ وQ_{max} بشكل صريح (explicit)، غير أنه في القناة ذات المقطع شبه المنحرف يكون الحساب ممكناً فقط عبر التقريب المتتالي.

يتضمن الجدول (8.4) النسب الحدية لمقطع مستطيل وشبه منحرف، ويمكن أن تتوفر قيم أشكال المقاطع الأخرى في الجداول الخاصة (مثلاً في Wendehorst, 2000; Schneider, 1996).

الجدول 8.4:

مقطع القناة	المساحة A $[m^2]$	المحيط المبلول L_U $[m]$	العمق الحدي h_{gr} $[m]$	ارتفاع الطاقة $h_{E,min}$ $[m]$	التصريف Q_{max} $[m^3/s]$
مستطيل 	$b \cdot h$	$b + 2h$	$\sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b^2}}$	$3/2 \cdot h_{gr}$	$A \cdot \sqrt{g \cdot h_{gr}}$
شبه منحرف 	$b \cdot h + m \cdot h^2$	$b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	الحساب بالتقريب المتتالي ضروري (s. SCHNEIDER, 1996)	$\frac{5 \cdot m \cdot h_{gr} + 3 \cdot b}{4 \cdot m \cdot h_{gr} + 2 \cdot b} \cdot h_{gr}$	$\sqrt{g \cdot h_{gr}^3 \cdot \frac{(m \cdot h_{gr} + b)^3}{2 \cdot m \cdot h_{gr} + b}}$

الجريان المتخامد والسريع (فوق الحرج)

عندما يكون $Q < Q_{max}$ و$h_E > h_{E,min}$، يمكن أن يتواجد الجريان إما مع عمق ماء كبير نسبياً h_2 وسرعة υ_2 صغيرة (جريان متخامد) أو بالمقارنة عمق ماء h_1 صغير وبالتالي سرعة أكبر υ_1 (جريان سريع) (قارن على الشكل 26.4). ويتم تحديد نوع الجريان الذي ينشأ من الشروط الطرفية، هذا يعنـــي ميل خط الطاقة I_E ومواصفات القاع أي عبر المعامل k_{st} أو الخشونة k.

عدد فرويد Fr

نسمي النسبة بين سرعة الجريان الحقيقية υ_m وسرعة انتشار الأمواج أو السرعة الحرجة υ_{gr} عدد فرويد Fr، وعدد فرويد هو عدد مميّز، والذي يبيّن هل الجريان "متخامد" أو "سريع"، ويجري حساب العدد Fr بمساعدة العلاقة (49a.4)، وتكون A المساحة المحسوبة بعمق الماء h الموجود وb_{sp} عرض منسوب الماء عند ذلك العمق.

$$Fr = \frac{\upsilon_m}{\upsilon_{gr}} = \frac{\upsilon_m}{\sqrt{\dfrac{g \cdot A}{b_{Sp}}}} \; [-] \qquad (49a.4)$$

ويجب أن نميّز بين الحالات الآتية:

$Fr < 1$ جريان متخامد،

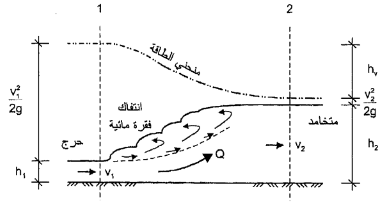
$Fr > 1$ جريان سريع،

$Fr = 1$ حالة حدية (حرجة).

في الجريان المتخامد تكون سرعة الجريان أصغر من سرعة انتشار الأمواج $\upsilon_m < \upsilon_{gr}$. هذا يعنـــي، أن اضطرابات الضغط التـــي تظهر دوماً كأمواج سطحية يمكن أن تنتشر مع جهة الجريان وعكسه أيضاً، بينما في حالة الجريان السريع تكون $\upsilon_m > \upsilon_{gr}$ بحيث يمكن أن تنتشر اضطرابات الضغط فقط مع جهة الجريان.

تحوّل الجريان – القفزة المائية

إن تحوّل الجريان من المتخامد إلى السريع يجري بشكل تدريجي، بينما الانتقال من السريع إلى المتخامد يجري بشكل مفاجئ وغير تدريجي على شكل يسمى القفزة المائية (الشكل 27.4).



الشكل 27.4: مخطط يبيّن الانتقال من الجريان السريع إلى الجريان المتخامد (ما يسمى بالقفزة المائية)

تشتق العلاقة بين أعماق الماء h_1 وh_2 بمساعدة علاقة الدفع (هذا يعني قوى الصدم $S_1 = S_2$) وعلاقة الاستمرار:

$$h_2 = \frac{h_1}{2}\left[\sqrt{1+8\,Fr_1^{\,2}} - 1\right]\ [\mathrm{m}] \qquad (49b.4)$$

ويبلغ الفاقد في ارتفاع الطاقة الناتج:

$$h_v = h_1 + \frac{v_1^2}{2g} - h_2 - \frac{v_2^2}{2g} = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1 \cdot h_2}\ [\mathrm{m}] \qquad (49c.4)$$

تصلح العلاقتان (49b.4) و(49c.4) في هذا الشكل فقط للقناة ذات المقطع المستطيل.

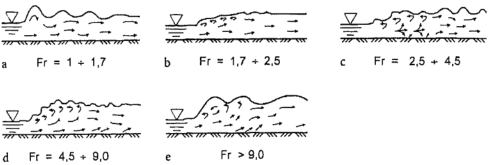
إن ظهور قفزة مائية ما يمثل تحميلاً شديداً لقاع المجرى المائي عبر تحول الطاقة المركّز على مسافة قصيرة، ويمكن بالتالي أن يتضرر استقرار المنشآت ومنشآت الحماية على المجرى المائي من جرف قاع هذه المجاري، بحيث أنه يحصل تكشّف لأساساتها وتتعرى ثم يتم الجرف تحتها. لذلك يجب أن تتم حماية للقاع في منطقة القفزة المائية.

أشكال القفزة المائية

يمكن أن نميّز بالعلاقة مع عدد فرويد Fr قبل القفزة المائية بين أشكال مميزة عديدة لهذه القفزة (الشكل 28.4)، ويحتوي الجدول (9.4) بعض الملاحظات عن ظروف الجريان المتولدة.

يمكن أن يحسب طول القفزة المائية بمساعدة الشكل (29.4)، وفي منطقة القفزة المائية يتعرض قاع القناة لقوى شديدة ناتجة عن الجريان، (وبالتأكيد يمكن أن نمنع جرف قاع

المجرى المائي عبر إنشاء حوض تهدئة أو إجراءات حماية أخرى للقاع (مثلاً الاكساء بالحجارة).

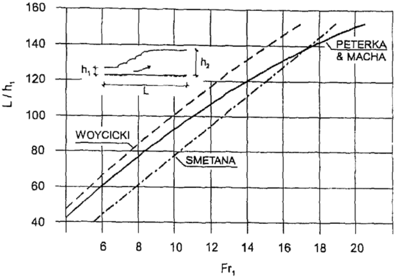


الشكل 28.4: الأشكال المميزة للقفزة المائية. a جريان متموج، b قفزة مائية ضعيفة، c قفزة مائية متأرجحة، d قفزة مائية مستقرة، e قفزة مائية شديدة

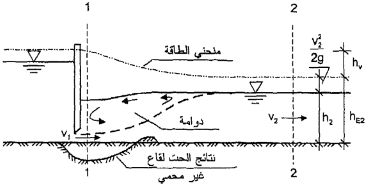
الجدول 9.4: الأشكال المميزة للقفزة المائية

المجال	التوصف	الملاحظات
$Fr \leq 1,7$	جريان متموج	يكون فاقد الارتفاع بموجب العلاقة (49c.4) صغيراً جداً، بحيث لا يمكن أن تتولد جبهة موجة مكسورة، وتنتشر الأمواج السطحية باتجاه الماء السفلي (UW).
$1,7 < Fr < 2,5$	قفزة ضعيفة	في المجال الانتقالي تتولد موجة صغيرة، لكن يبقى الماء السفلي هادئاً، ويكون توزع السرعة منتظما، ويكون أيضاً فاقد الطاقة صغيراً.
$2,5 < Fr < 4,5$	قفزة متأرجحة	يدخل شعاع الجريان السريع القفزة وينتشر بين القاع والسطح، وبذلك تنشأ أمواج سطحية والتي يمكن أن تنتشر بدورها في الماء السفلي لمسافة كبيرة
$4,5 < Fr < 9$	قفزة مستقرة	يتكون شعاع شديد ولكنه مستقر، الماء السفلي هادئ نسبياً. يجب أن تبقى القفزة في هذه المنطقة.
$9 < Fr$	قفزة شديدة	الماء السفلي يصبح بشكل متزايد غير هادئ، في أعداد فرويد $Fr >$ 13 تصبح الظروف مضطربة كثيراً، بحيث تصبح إجراءات الحماية للقاع المكلفة ضرورية.

في القفزة المائية المغمورة لا يمكن لأي شكل من الأشكال الموضحة في الشكلين (27.4) و(28.4) أن تتكون بحرية، على اعتبار أنها ستغمر بالماء السفلي (الشكل 30.4)، والمنطقة الحرجة بالنسبة إلى حت القاع هي بشكل خاص المجالات الواقعة عند التضايقات مباشرة انظر مثلاً الشكل (30.4) البوابة المسطحة ذات الجريان السفلي – في مجال المقطع 1-1)، وتؤدي الدوامة المتواجدة فوق التضايق إلى ظهور جريان راجع على سطح الماء.



الشكل 29.4: مخطط لحساب الطول *L* لقفزة مائية



الشكل 30.4: رسم تخطيطي لقفزة مائية مرتدة

5.2.4.4 الفواقد المركزة المحلية

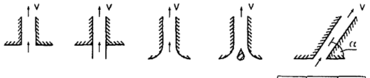
أثناء حساب مقدرة التصريف لإحدى القنوات المكشوفة في حالة الفيضان يكون للفواقد

المحلية أهمية أيضاً، حيث تظهر هذه الفواقد عادة في الأمكنة الآتية:

- مداخل ومخارج الجريان،
- التغييرات في المقطع،
- الشباك،
- الجدران الغاطسة،
- المنشآت المشادة في على القنوات المكشوفة (مثلا أعمدة الجسور، القواعد).

بشكل مشابه لظروف الجريان في الأنابيب يصلح أيضا استخدام علاقة الفواقد المحلية للقنوات ذات السطح الحر الآتية:

$$h_v = \varsigma \cdot \frac{v_m^2}{2g} \text{ [m]} \qquad (50.4)$$



						45°	60°	75°
حافة	حادة	0,5	1,0 – 3,0	–	–	0,8	0,7	0,6
الدخول	مدورة	0,25	0,55	0,05	0,06 – 0,1	–		

الشكل 31.4: معاملات الفاقد ζ لأشكال مختلفة من المداخل

القيمة v_m هي سرعة الجريان بعد مكان الاضطراب، وتصلح قيم الفواقد الآتية عادة لمقطع الجريان المستطيل وللجريان المتخامد وهي تمثل عينة فقط، ويمكن مشاهدة معاملات أخرى في الجداول المختصة.

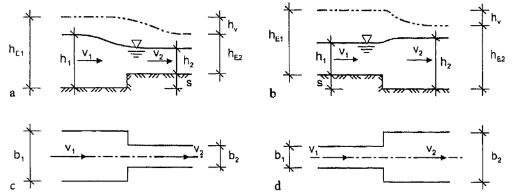
فواقد المدخل

كمعاملات فاقد ζ لمداخل مختلفة يمكن أن تستخدم القيم التقديرية المعطاة في الشكل (31.4).

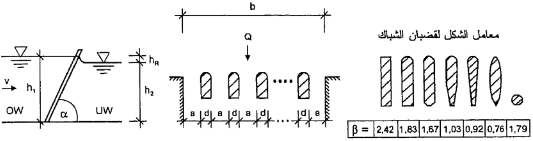
تغيّرات المقطع المفاجئة

لأجل التغيرات الموضحة في الشكل (32.4) لمقاطع مستطيلة يمكن أن تحسب الفواقد

للجريان الدائم نظرياً. وعند قبول تسهيلات ما تستخدم علاقة الدفع (29.4) وعلاقة الاستمرار (19.4) وبالتالي حساب عمق الماء الجاري المبحوث عنه وسرعته من ظروف الماء السفلي المعلومة، وبالتعويض في علاقة برنو للي نحصل على ارتفاع الفاقد.



الشكل 32.4: فواقد الجريان خلال تغيرات المقطع المفاجئة (مثلاً: تدرجات القاع، التضيقات، التوسعات). a درجة موجبة، b درجة سالبة، c تضايق جانبي، d توسع جانبـــي



الشكل 33.4: معاملات الشكل β لقضبان الشبك (حسب Bollrich,1996)

الشباك

يستخدم الشبك لمنع دخول الأجسام الغريبة في مقاطع القناة، يمكن أن يقود وضع الشبك في مقطع الجريان إلى ارتفاع كبير لمنسوب الماء العلوي (OW)، وبالتالي إمكانية حصول غمر للجوانب (انظر الشكل 33.4). إن مقدار الارتفاع في منسوب الماء h_R يساوي فرق أعماق الماء h_1-h_2.

يمكن أن تحسب معاملات الفاقد للشبك بالعلاقة الآتية:

$$\varsigma = \beta \cdot \sin\alpha \left(\frac{d}{a}\right)^{\frac{4}{3}} \ [-] \qquad (51.4)$$

ζ معامل الفاقد [-]

β معامل الشكل [-]

d ثخانة القضبان [m]

a تباعد القضبان (الضوء) [m]

α زاوية ميل الشبك عكس اتجاه الجريان.

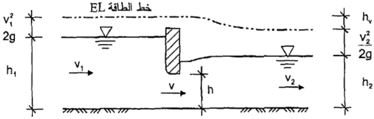
تحسب السرعة النسبية $\upsilon_m = Q/A$ بالمسقط الرأسي لكامل مساحة الشبك، أي بـــ $A = h_1 \cdot b$، ويمكن أن تؤخذ معاملات الشكل اللازمة β من الشكل (33.4).

الجدران الغاطسة

يمكن النظر إلى فواقد الجريان الناجمة عن الجدران الغاطسة (الشكل 34.4) كمجموع لفواقد التوسع والدخول (Schroeder, 1994).

$$\varsigma = (1+\varsigma_E)\left(\frac{h_2}{h}\right)^2 - 2\frac{h_2}{h} + 1 \ [-] \qquad (52.4)$$

نعوّض $\zeta_E \leq 0,5$ لأجل معامل فاقد المدخل.



الشكل 34.4: فاقد الجريان عند أحد الجدران الغاطسة

الارتفاع المائي بسبب الركائز (حجز الأعمدة)

ينتج عن كل تضايق لمقطع الجريان عبر المنشآت المشادة في هذا المقطع (أعمدة الجسور، القواعد، حواجز المنشآت في الأنهار وغيرها) فاقد طاقة إضافي وبالتالي تزايد في منسوب الماء العلوي (انظر مثلاً Hamill,1999)، وهذا الارتفاع في منسوب المياه الذي تسببه الأعمدة

يقسم إلى مركبات ارتفاع الاحتكاك وارتفاع التضايق.

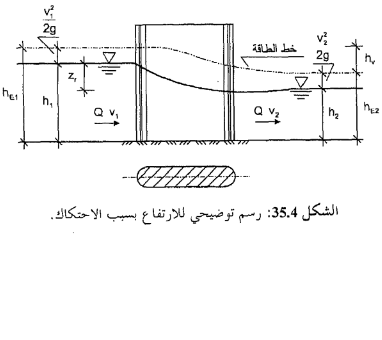
إن ارتفاع التضايق z_e يظهر فقط عندما نجعل مقطع الجريان ضيقا جداً بحيث أن الجريان لا يبقى ضمن مجال الجريان المتخامد. وفي مكان التضايق هذا تصبح حالة الجريان الحدية مرغمة على الظهور ($h_{E,min}$)، وفي الماء السفلي تظهر القفزة المائية من الجريان السريع إلى المتخامد.

وينشأ ارتفاع الاحتكاك z_r (الشكل 35.4) عبر الاحتكاك وانفصال الطبقة الحدية، ويتعلق بتكوين آلية الجريان حول المنشآت. ويمكن أن يحسب مقدار الارتفاع الناجم عن الاحتكاك z_r من علاقة Rehbock، وباعتبار الرموز في الشكل (35.4) يمكن استخدام العلاقة

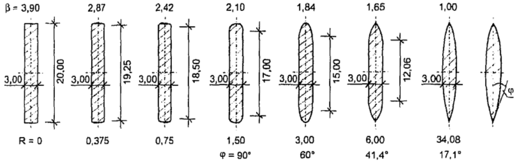
$$z_r = \alpha[\alpha + \beta - \alpha \cdot \beta] \cdot \frac{c \cdot h_2}{2} \cdot Fr_2^2 \ \text{[m]} \qquad (53.4)$$

حيث:

$$Fr = \frac{\upsilon_2}{\sqrt{g \cdot h_2}} \ [-] \qquad (54.4)$$



الشكل 35.4: رسم توضيحي للارتفاع بسبب الاحتكاك.



الشكل **36.4**: معامل الشكل β لمقاطع أعمدة مختلفة (حسب BOHLLRICH,1996)

هو عدد فرويد للجريان غير المعاق في الماء السفلي. والقيمة c يمكن أن تحدد حسب Rehbock بالعلاقة

$$c = \left[0,4 + \alpha + 9 \cdot \alpha^3\right) \cdot (1 + Fr_2^2\right] \; [-] \qquad (55.4)$$

α نسبة البناء منسوبة إلى منسوب الماء السفلي (نسبة مقطع البناء إلى مقطع الجريان الأصلي الموجود)

β معامل الشكل التجريبي لأشكال ركائز مختلفة (انظر الشكل 36.4).

نحصل على ارتفاع الفاقد من علاقة برنو للي كالآتي (أنظر الشكل 35.4)

$$h_v = z_r + \frac{\upsilon_1^2 - \upsilon_2^2}{2g} = \varsigma \cdot \frac{\upsilon_2^2}{2g} \; [-] \qquad (56.4)$$

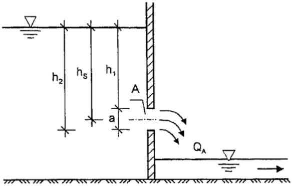
5.4 منشآت المراقبة

إن منشآت المراقبة هي مرافق موجودة في المنشآت المائية والتي تخدم تنظيم التصريف ومنسوب الماء، وهي ذات أهمية كبيرة في حالة الفيضان حيث يمكن استخدامها كمنشآت جر أو تصريف الماء الفائض أو إغلاق. من هذه المنشآت يمكن أن نذكر على سبيل المثال المفيضات والهدارات ومنشآت الدخول والخروج وأشكالاً عديدة من البوابات وصمامات التحكم بالتصريف.

ويجب هنا أن نوضح أسس بعض الحالات التصميمية النوذجية والتي يمكن أن تصادف في حالة الفيضان.

1.5.4 الجريان من الفتحات

يجب التمييز في التصريف من الفتحات بين التصريف الحر والتصريف المغمور.



الشكل 37.4: التصريف الحر من الفتحات

1.1.5.4 التصريف الحر

لحساب التصريف الحر Q_A من فتحة صغيرة A (الشكل 37.4) يمكن أن تستخدم العلاقة (57.4)، وتنحصر صلاحية هذه العلاقة على المجال $a < 0,2\ h$.

$$Q_A = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot h_s}\ \ [m^3/s] \qquad (57.4)$$

Q_A التصريف $[m^3/s]$،

μ معامل التصريف [-]،

A مساحة الفتحة $[m^2]$،

h_s بعد مركز ثقل مقطع الفتحة عن سطح الماء [m].

يتضمن الجدول (10.4) معامل التصريف μ للفتحات ذات المقطع المستطيل وحادة الحافة.

في الفتحات الكبيرة، أي عندما يكون لدينا $a > 0,2\ h$ يجب أن نراعي توزيع سرعة التصريف على ارتفاع الفتحة، عندئذ تصلح العلاقة الحسابية الآتية Q_A:

$$Q_A = \mu \cdot \upsilon \cdot A = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b\sqrt{2g}\left[h_2^{3/2} - h_1^{3/2}\right]\ [m^3/s] \qquad (58.4)$$

حيث أخذ في العلاقة (58.4) فتحة ذات مقطع مستطيل لها العرض b والارتفاع $h_2 - h_1$ (قارن الشكل 37.4).

الجدول **10.4**: معامل التصريف μ للفتحات ذات المقطع المستطيل وحادة الحافة (b عرض فتحة التصريف).

a/b	0	0,5	1,0	1,5	2,0
μ	0,673	0,640	0,582	0,504	0,438

2.1.5.4 التصريف المغمور

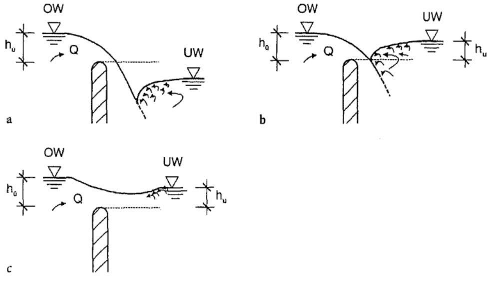
عندما تكون الفتحة مغمورة تماماً من جهة التصريف (الخارج) يمكن أن يحسب Q_A بالشكل:

$$Q_A = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta h} \ [m^3/s] \quad (59.4)$$

Δh فرق منسوب الماء بين الماء العلوي (OW) والماء السفلي (UW).

2.5.4 منشآت التصريف الهادر

في منشآت التصريف الهادر (مثل المساقط المائية،الهدارات، العتبات) يتم التمييز بين الجريان الهادر الكامل وغير الكامل (الشكل 38.4)، فطالما أنه يمكن أن يتواجد فوق العتبة جريان سريع ولا يمكن أن يتأثر منسوب الماء في الطرف العلوي بمنسوب الماء في الطرف السفلي يكون الجريان الهادر كاملاً.



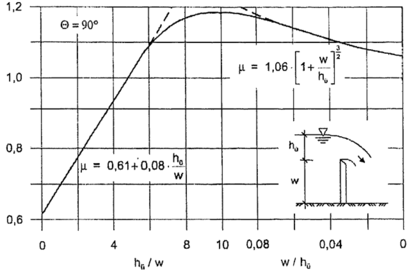
الشكل 38.4: رسم تخطيطي لمنشآت التصريف الهادر: الجريان الهادر الكامل وغير الكامل a جريان هادر، b الحالة الحدية، c جريان هادر غير الكامل

1.2.5.4 الجريان الهادر الكامل

في الجريان الهادر الكامل يتم حساب التصريف Q بعلاقة بوليني المعروفة والتي تعطى بالشكل:

$$Q_A = \frac{2}{3}\mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h_{ü}^{3/2} \ \ [m^3/s] \qquad (60.4)$$

يمكن أن يحسب معامل الهدار μ أو يؤخذ من المخططات (انظر الشكل 39.4).



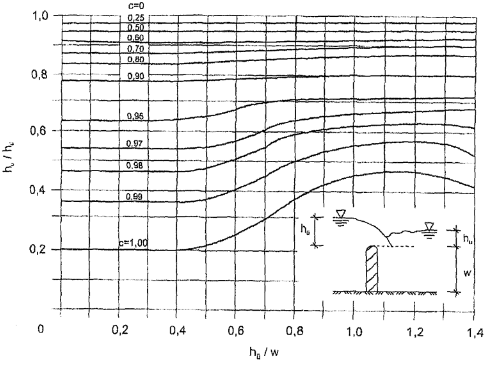
الشكل 39.4 معامل الهدار μ للهدارات حادة الحافة الخاضعة للضغط الجوي والعتبات بجدران رأسية (جريان رأسي $\theta = 90°$-)

2.2.5.4 الجريان الهادر غير الكامل

في الجريان الهادر غير الكامل يتأثر التصريف فوق الهدار بمنسوب الماء في الطرف السفلي (انظر الشكل 40.4) ، ولحساب التصريف تستخدم العلاقة الآتية:

$$Q_{unv} = c \cdot Q_{volk} = \frac{2}{3} \cdot c\mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h_{ü}^{3/2} \ \ [m^3/s] \qquad (61.4)$$

الشكل **40.4**: القفزة عند منشأة هدار أثناء الفيضان



الشكل **41.4**: معامل التخفيض c للهدار غير الكامل

في حالة ارتفاع صغير w للهدار لا يمكن الاستمرار في إهمال سرعة الجريان القادم υ_0، عندئذ يمكن توسيع علاقة بولينـــي (61.4) ونحصل على الصيغة:

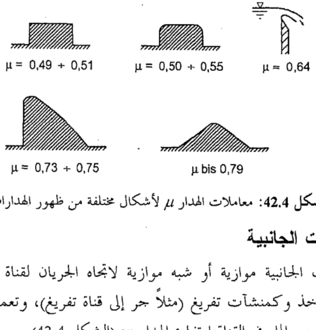
$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \left[\left(h_{ü} + \frac{\upsilon_o^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{\upsilon_o^2}{2g} \right)^{3/2} \right] \; [m^3/s] \qquad (61a.4)$$

يمكن أن يؤخذ معامل التخفيض c من الشكل (41.4).

3.2.5.4 أشكال الهدارات

من الشروحات السابقة أصبح جلياً أن لشكل الجانب الخلفي للهدار تأثيراً على استطاعة التصريف، فعبر الشكل الملائم تتم المحاولة لتلافي الضغط السالب الكبير وبالتالي الخطر المرتبط بظهور انفصال الجريان (الاضطرابات، التكهف) في شعاع الجريان الهادر.

لذلك ينصح بتدوير الراسم السفلي لشعاع الجريان الهادر الحر في حالة الهدار حاد الحافة لارتفاع الهدار المماثل $h_{ü}$. يكون الضغط على الجانب الخلفي للهدار بذلك موافقاً تقريباً للضغط الجوي، ويبين الشكل (42.4) القيم الهندسية المعرفة ومعاملات الهدار ذات العلاقة μ لعدة أشكال من الجوانب الخلفية للهدارات.

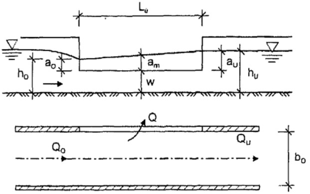


الشكل 42.4: معاملات الهدار μ لأشكال مختلفة من ظهور الهدارات.

3.5.4 الهدارات الجانبية

تكون الهدارات الجانبية موازية أو شبه موازية لاتجاه الجريان لقناة ما وهي مفيضات جانبية وتخدم كمآخذ وكمنشآت تفريغ (مثلاً جر إلى قناة تفريغ)، وتعمل الهدارات الجانبية عندما يتجاوز منسوب الماء في القناة ارتفاع الهدار w (الشكل 43.4).

في الهدارات الجانبية بقناة ذات مقطع ثابت يمكن أن تنتج مناسيب المياه المعطاة في الجدول (11.4).



الشكل 43.4: رسم توضيحي لنظام حساب الهدارات الجانبية (توضيح للحالة *A* في الجدول 11.4)

الجدول 11.4: مواضع مناسيب الماء في الهدارات الجانبية.

	وصف ظروف الجريان القادم
الحالة A	جريان متخامد عابر على طول المفيض، منحنـــي انخفاض طولانـــي في الماء العلوي، ارتفاع هدار متزايد من a_o إلى a_u (انظر الشكل 4.3.4).
الحالة B	جريان متخامد قبل الهدار، تغير لحالة الجريان في النهاية العلوية للهدار الجانبـــي وجريان سريع على طول المفيض، تغير لحالة الجريان من جديد عبر القفزة المائية في مسافة قصيرة قبل النهاية السفلية للهدار الجانبـــي ؛ ويتبعها جريان متخامد؛ بالمقارنة ارتفاعات هدار صغيرة.
الحالة D	كما في الحالة *B*، لكن تنشأ قفزة مائية في بداية أسفل الهدار الجانبي، ارتفاعات هدار صغيرة وجريان سريع على طول المفيض
الحالة C	جريان سريع عابر، تناقص ارتفاعات هدار متناقصة في اتجاه الجريان.

في الحياة العملية يتم التطلع دوماً للوصول إلى الحالة *A* على اعتبار أنه في هذه الحالة يتم الوصول إلى ارتفاع هدار كبير نسبياً والى انحراف منحنيات الجريان في مجال المأخذ الجانبـــي وبالمقارنة تكون سرعة جريان قليلة، وفي هذه الحالة يكون ارتفاع الهدار الحاسم a_m هو المتوسط الحسابـــي:

$$a_m = \frac{a_O + a_U}{2} \ [m] \qquad (62.4)$$

يؤخذ الطول $L_{\ddot{u}}$ للهدار الجانبـــي كعرض للهدار (الشكل 43.4)، وتصبح استطاعة الجريان كالآتـــي:

(63.4)
$$Q=\frac{2}{3}\cdot\mu_s\cdot L_{ü}\cdot\sqrt{2g}\cdot a_m^{3/2}\ \ [m^3/s]$$

Q الجريان فوق الهدار الجانبـــي $[m^3/s]$،

μ_s معامل الهدار [-]،

$L_{ü}$ طول الهدار الجانبـــي [m]،

a_m ارتفاع الهدار الفعّال [m].

يكون معامل الهدار الواجب استخدامه هنا μ_s تقريباً أصغر مما هو في الجريان الرأسي (الجبهي) (تقريبا 95%).

من المعتاد أنه في أثناء تصميم الهدار الجانبـــي يجب تحديد طول الهدار $L_{ü}$، ويكون معلوماً هنا على الغالب التدفق القادم Q_o من التيار العلوي والتصريف المرغوب بقاؤه في القناة Q_u. وبالتالي يكون فرق التصاريف Q_o-Q_u هو كمية التصريف Q الواجب امرارها فوق الهدار الجانبـــي.

يحسب عمق الماء h_u بالعلاقة مع خشونة وميل القناة، وعمق الماء لأكبر تصريف يمر ولا يحدث أي جريان فوق الهدار يحدد ارتفاع الهدار w فوق قاع القناة. عند اعتبار أن ارتفاع الفاقد على طول الهدار يماثل فرق ارتفاع القاع بين بداية ونهاية الهدار تستخدم العلاقة الآتية:

(64.4)
$$h_{Eo}=h_o+\frac{1}{2g}\left(\frac{Q_o}{A_o}\right)^2=h_{Eu}$$

طالما أن المساحة A_o هي تابع معروف لعمق الماء المبحوث عنه h_o يمكن أن يحسب الأخير في الحالة العامة من العلاقة (64.4) بالتقريب المتتالي، والهدف هو حساب عمق الماء المتخامد للتصريف المعطي Q_o وارتفاع الطاقة المعلوم h_{Eo}. نحصل في حالة مقطع مستطيل مع $A_o=h_o\cdot b_o$ على العلاقة المكعبية القابلة مباشرة للحل:

(65.4)
$$h_o^3-h_o^2\cdot h_{Eo}+\frac{1}{2g}\left(\frac{Q_o}{b_o}\right)^2=0\ \ [m^3]$$

تكون بالتالي كل من قيم ارتفاعات الهدار a_o وa_u والقيمة المتوسطة a_m معلومة

$$a_u=h_u-w \text{ و } a_o=h_o-w\ [m]$$

وبالتالي يحسب طول الهدار المبحوث عنه من إعادة صياغة العلاقة (4–63) بالشكل

$$L_{\ddot{u}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{\mu_s \cdot \sqrt{2g} \cdot a_m^{3/2}} \ [\mathrm{m}] \qquad (65a.4)$$

هذه الطريقة تصلح لأعداد فرويد $Fr_o \leq 0{,}75$، ولأعداد فرويد أكبر تظهر في منطقة الهدار الجانبـــي قفزة مائية.

4.5.4 العبارات والمجاري الأنبوبية

يمكن أن نشاهد أنواعا متعددة من منشآت التقاطع على المجاري المائية، ونذكر من ذلك الجسور والأنابيب العابرة والعبارات والأنفاق والأنابيب المطمورة (انظر أيضاً DIN 19661). بالقياس مع استطاعة التصريف تكون هذه الأقسام من القنوات على الغالب مراكز ضعف، حيث أنها يمكن أن تقود إلى حجز (ارتفاع) الجريان في الجانب العلوي منها في حالة الفيضان. يمكن أن تصبح الحالة أكثر حرجاً عندما نحصل على مقطع جريان صغير والذي يملأ جزئياً أو بشكل كامل من المواد المحمولة (بالعلاقة مع الشبك أحياناً) أو الجليد (ملاقاة الجليد، صدم الجليد (انظرHAMILL, 1999).

1.4.5.4 إرشادات تصميمية

أثناء تصميم عبارة أو مجرى أنبوبـــي يجب مراعاة الأسئلة المتعلقة بالاستثمار والصيانة. أعطي لذلك في DIN 19661 ارتفاع أصغري للعبّارات مقداره 0,8 m وعرض أصغري0,6 m، وفي المنشآت التـــي يسمح بالمرور فيها يجب ألا تقل عن 1,8 m، ولا يجب النـــزول عن الارتفاع الأصغري 0,8 m إلا في حالة التوفر الأكيد للتنظيف الآلي، وفي حالة العبارات الطويلة يجب إعطاء أبعاد هندسية أكبر.

لأجل الحساب الهيدروليكي لعبارة ما أو مجرى أنبوبـــي ما يجب أن يحسب التصريف التصميمي (مثلاً التصريف التصميمي $BHQ = HQ_{100}$)، كما يجب أن تدخل التصاريف الصغيرة في الاختبارات بسبب تأثيراتها الممكنة على الترسيب في سرير المجرى ولتأمين عمق ماء أصغري معلل ايكولوجياً. عندما لا تعطي التصاريف أية معطيات موثوق بها يجب أن تجرى الاختبارات الهيدرولوجية اللازمة (مثلاً تكوّن نموذج التصريف - الهطول).

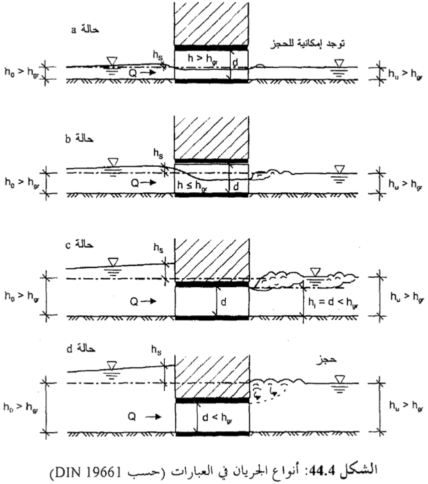
بالنظر إلى الصلاحية الايكولوجية يجب بشكل خاص أن يتواجد قاع صالح في منطقة العبارة، فعبر ترتيب مقطع الجريان في منطقة القاع يمكن إنجاز إمكانيات حياة وحركة للحيوانات على جانبـــي سرير النهر للتصريف الأدنـــى.

الأعمدة والقواعد والجدران الجبهية وسرير النهر والأكتاف والجوانب المجاورة يجب أن تحدد وتنشأ بشكل مناسب لآلية الجريان، وذلك لتجنب تكوّن الحفر الضارة وحجز الماء، وهناك تأثير أيضاً لطبيعة سرير المجرى المائي الإنشائية ولآلية الجريان القادم وشكل الأعمدة (انظر الشكل 36.4)، كما ويجب أن تؤسس جميع المنشآت لكي تتحمّل كل قيم التحميل الممكن ورودها.

توجيهات أخرى لازمة للاختبارات المائية الاستثمارية لاختيار مواد البناء اللازمة لإنشاء العبارات (طرق الإنشاء، توقيع المسار الطولي، مقطع الجريان،...) يمكن مشاهدتها في DIN 19661.

2.4.5.4 التصميم الهيدروليكي

وبالنظر إلى استطاعة العبارات يجب التمييز بين أنواع الجريان الأربعة الموضحة في الشكل (44.4) والمشروحة في الجدول (12.4).



الشكل **44.4**: أنواع الجريان في العبارات (حسب DIN 19661)

الجدول **12.4**: إرشادات لاستطاعة التصريف في العبارات والمجاري الأنبوبية (حسب Lange and Lecher 1993).

نوع الجريان	ملاحظة
الحالة a	مقطع الجريان لا يكون مليئاً، لا يظهر تغير في حالة الجريان، يمكن أن يظهر حجز مرتد من الماء السفلي (UW) باتجاه الماء العلوي (OW).
الحالة b	مقطع الجريان لا يكون مليئاً، يظهر تغير في حالة الجريان، عبر تغير حالة الجريان في العبارة تتأثر مناسيب الماء في الماء العلوي (OW) عبر تغيرات منسوب الماء في الطرف السفلي (UW).
الحالة c	مقطع الجريان يكون مليئا بشكل تام، عبر تغير حالة الجريان عند المخرج، لا تتأثر مناسيب الماء في الطرف العلوي (OW).
الحالة d	يملأ مقطع الجريان بشكل كامل من الماء في الطرف السفلي UW، وطالما لا يوجد تغير في حالة الجريان تقود مناسيب الماء في الطرف السفلي UW إلى حجز في الطرف العلوي OW.

أثناء التصميم يجب الانطلاق من أبسط حالة جريان مثبتة هيدروليكياً بشكل كامل، وهنا تساهم أشكال مقاطع الجريان البسيطة (مثلاً دائرة، مستطيل) وإنشاء عبارة تلائم ظروف الجريان المتخامد، ويجب تلافي تغير شكل الجريان في منطقة المنشأة، حيث أن قاع المجرى ومنطقة الانتقال من المنشأة إلى الميول اللاحقة سوف تتعرّض للتحميل الشديد، وفي العادة يجب أن تؤمن هذه المناطق بشكل جيّد (مثلاً الرصف، أحواض تهدئة)، كما ويتوجب إعطاء عناية خاصة في التصميم الهيدروليكي لفواقد الجريان الناتجة (مثلاً فواقد المداخل والمخارج، وفوا قد الشبك، الفواقد المستمرة (الدائمة)).

وضعت معالجة مستفيضة عن التصاميم الإنشائية لعبارات الجسور في(1999) Hamill.

6.4 نقل المواد الصلبة – قاع المجاري المائية

إن تطور مسار مجرى مائي (تخطيط المسار، المقطع الطولي، المقاطع العرضية، مكونات القاع) ينطلق أساساً من عمليات نقل المواد الصلبة، وتؤدي العملية المتبادلة بين الجريان والجوانب والقاع إلى عمليات جرف ونقل وترسيب.

بينما تفعل القوى المؤثرة على المجاري المائية الطبيعية فعلها عبر ترسيب المواد الصلبة ونقلها وتغيير المسار، لا تستطيع هذه الجريانات فعل ذلك في الأقسام المعالجة (المكساة) إلا على نطاق ضيق. بشكل مشابه يصبح سرير المجرى (قاع المجرى و الشواطئ) على كامل طول الجريان أو في مسافة جزئية منه أو في بعض المواقع معرضاً للقوى بشكل شديد. إن الفيضانات عبارة عن حوادث استثنائية تزيد من هذه الظواهر وتجعلها أكثر شدة.

لتأسيس المنشآت في المجاري المائية أو على جوانبها ولاستقرار أقسام الشواطئ تكون تغيرات مناسيب قاع المجرى المائي كلها (بشكل زيادات عمق أو زيادات ارتفاع) ومظاهر حت محلية (جور) ذات أهمية.

لكي نستطيع تقدير مثل هذه العمليات نعرض فيما يلي بعض الإرشادات التنفيذية حول نقل المواد الصلبة وتأثيراتها على قاع المجاري. إن العلاقات المعقدة المذكورة لنقل المواد الصلبة متوفرة في عدد كبير من المؤلفات وهي حتـــى اليوم غير معروفة تماماً. ويجب القول هنا، أن جميع نتائج الحساب تظهر عدم دقة بشكل أو بآخر.

1.6.4 نقل المواد الصلبة

إن نقطة الانطلاق لجميع الملاحظات حول تغيرات قاع المجاري المائية هي نقل المواد الصلبة، ويكون الجريان هو الأداة التـــي يصنع المجرى المائي بها قاعه، ويعتبر المبدأ الزمنـــي في هذه الجملة الديناميكية هو بدء الحركة أي بدء عملية الجرف والنقل في التيار والترسيب، والمحرك في كل هذه العمليات هو الميل.

1.1.6.4 المواد المنقولة

بالإشارة إلى المواد المنقولة يميّز بين المواد السابحة (العائمة) والمواد العالقة والمواد الصلبة المتواجدة على القاع (الرواسب) (انظر مثلاً yalin,1992: Zanke,1982,Yalin,1972).

المواد العائمة

تكون المواد العائمة على الغالب ذات مصدر عضوي وتتحرك عائمة على سطح الماء أو بالقرب من السطح باتجاه الجريان، يمكن أن نذكر من هذه المواد الأشجار المقتلعة أو المكسرة من قبل التيار، الأغصان والأعشاب والأغصان اليابسة، ويضاف أيضاً إلى هذه المواد

الاصطناعية، المواد الإسفنجية والعلب الفارغة والفرش، وحتـــى عربات الاصطياف أيضاً.

عندما تبقى هذه المواد في مقطع المجرى المائي تتراجع مقدرة التصريف لقسم من هذا المجرى، وبسبب سرعات الجريان الكبيرة في المواقع الضيقة يمكن أن تنشأ ليس فقط الجور (انظر الفقرة 3.6.4) وإنما أيضاً ينشأ ارتفاع في المنسوب المائي باتجاه أعلى التيار. علاوة على ذلك تزداد الحمولات الهيدروليكية على جوانب المجرى المائي (قاع المجرى المائي والشواطئ) والمنشآت المتواجدة في المقطع، ويمكن أن يقود الاقتلاع المفاجئ لأحد هذه الموانع إلى حدوث موجة فيضان حيث يرافق ذلك تأثيرات للقوى من خلال المواد السابحة ضمن التيار أيضاً.

المواد العالقة (الطمي المعّلق)

تسمى جزيئات المواد الصلبة والتـــي تتحرك مع التيار بدون ملامسة القاع بالمواد العالقة. عندما لا يكون نقل المواد العالقة في الجزء الأسفل من المجرى المائي بكمية تذكر، يكون تأثير المواد العالقة محدوداً على أقسام قليلة بالنسبة إلى الحماية من الفيضان. الأمر الواجب التفكير به هو أن توضعات المواد العالقة بعد الفيضان تقود إلى زيادة في تحميل الأجزاء الإنشائية مثلاً (حمولات المياه أو ضغوط التربة على المساحات الأفقية والرأسية).

غير أن الأمر الهام هو أن المواد الضارة (المعادن الثقيلة، الفينول والمواد الأخرى المحتواة ضمن الماء) تحتجز ضمن المواد العالقة، وبذلك تزداد الحاجة إلى التنظيف بعد الفيضان بشكل واضح على الغالب. إبعاد هذه المواد يمكن أن يكون ذا كلفة كبيرة.

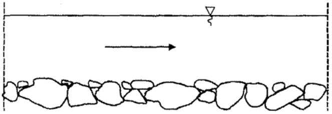
الرواسب (حمولة القاع)

يحدث نقل الرواسب في الأجزاء القريبة من القاع ويكون دوره هام بالنسبة لتكوين وتشكيل سرير المجرى المائي (Patt 1998; Brookes,1996)، ولكي نتمكن من تقدير تأثيراتها هناك ضرورة لأن تتوفر معلومات عن بدء حركتها والكمية المنقولة وتوازن الكميات لفترة زمنية طويلة، كما وتقود عمليات النقل واعادة التوضع على قاع المجرى المائي إلى تكون الحفر والأكوام.

2.1.6.4 بدء الحركة

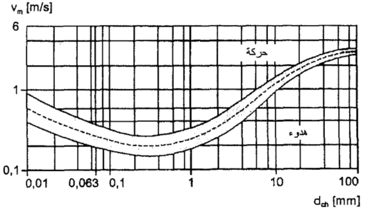
إن بدء حركة المواد الصلبة هو معيار هام أثناء تقييم استقرار قاع المجاري المائية، وبشكل عام تتعرض الحبات الخشنة بشدة للتيار لكنها يمكن أن تقاوم قوى جريان كبيرة، كما وتملك الحبات الصغيرة مقاومة جرف صغيرة ولكنها تسد الفراغات بين الحبات الكبيرة وبالتالي تحميها من تأثير التيار (ما يسمى بـ "Hiding- Effect" انظر الشكل 45.4).

إن تشابك الحبات المستقلة مع بعضها البعض يقود بعد زمن إلى تكوين طبقة قاع مستقرة (ما يسمى طبقة غطاء)، والتي تقاوم تأثيرات التيار الكبيرة أكثر من حالة الحبات المستقلة. وهكذا يكون ممكناً نقل المواد المتجانسة الحجم المتواجدة فوق الطبقة الموجودة كرواسب، بينما تبقى طبقة التغطية مستقرة، وعندما تنـزع طبقة التغطية بالتيار نلاحظ دخول عدة مقاسات من الحبات في الحركة بنفس الوقت، وللاطلاع على ما هو أقرب لاستقرار طبقة التغطية يمكن الرجوع مثلاً إلى Dittrich (1999) and Dittrich et al (1992).



الشكل 45.4: تأثير التغطية (Hiding Effect) أثناء تشكيل قاع المجاري المائية

(DVWK,1992 a حسب)



الشكل 46.4: بدء الحركة للمواد المتدحرجة (dch > 0,06 mm) حسب Hjulstroem (1935)

سرعة الجريان الحرجة

يمكن أن تؤخذ سرعة الجريان الحرجة الوسطية (مثلاً سرعة الجريان التـــي بموجبها تبدأ الحبيبات بالحركة) من مخطط Hjulstroem (Hjulstroem,1935) (الشكل 46.4).لقد دوّنت في المخطط السرعة الوسطية υ_{m} بالعلاقة مع القطر المميّز d_{ch}.

ويمكن أن نحصل على قيم مشابهة باستخدام علاقة Zanke (1982):

$$\upsilon_{m,cr} = 2{,}8\,(\rho' \cdot g \cdot d_{\mathrm{ch}})^{0{,}5} + 14{,}7 \frac{\upsilon}{d_{\mathrm{ch}}} \cdot c_{\mathrm{a}} \quad [\mathrm{m/s}] \qquad (66.4)$$

$\upsilon_{\mathrm{m,cr}}$ سرعة الجريان الوسطية الحرجة [m/s]،

ρ' الكتلة النوعية للمادة الصلبة النسبية [–] $\rho' = \frac{\rho_{\mathrm{F}} - \rho_{\mathrm{w}}}{\rho_{\mathrm{w}}}$ ،

ρ_{F} الكتلة النوعية للمادة الصلبة [$\mathrm{kg/m^3}$]،

ρ_{w} الكتلة النوعية للماء [$\mathrm{kg/m^3}$]،

g تسارع الجاذبية الأرضية [$\mathrm{m/s^2}$]،

d_{ch} القطر المميّز [m]،

ν اللزوجة الكيناماتيكية للماء [$\mathrm{m^2/s}$]،

c_{a} التلاصق (التماسك) [–].

تصلح العلاقة لأعماق الماء h بين 0,7 و2,0 (بشكل وسطي 1,4)، ولأجل الرمال الطبيعية والحصى يكون التماسك $c_{\mathrm{a}} = 1$، وعندما تكون أعماق الماء h خارج مجال الصلاحية المعطاة، يجب أن تضرب سرعة الجريان الوسطية الحرجة المحسوبة $\upsilon_{\mathrm{m,cr}}$ بالعامل:

$$(h/1{,}4)^{1/6} \quad [-] \qquad (67.4)$$

إجهاد القص الحرج

يمكن أن يحدد بدء الحركة من مقارنة إجهاد القص المؤثر (الآنـــي) والممكن تحمله (الحرج)، في نطاق ذلك وازن Shields (1936) القوى المؤثرة على خشونة حبات القاع ووصف بدء الحركة للحبات المتماسكة بشكل لا بعدي (الشكل 47.4)، والبارامترات المحددة لذلك هي:

عدد فرويد للمواد الصلبة Fr^*:

$$Fr^* = \frac{\upsilon_0^{*2}}{\rho' \cdot g \cdot \mathrm{d_{ch}}} \quad [-] \qquad (68.4)$$

عدد رينولدز للمواد الصلبة Re^*:

$$\mathrm{Re}^* = \frac{\upsilon_0^{*2} \cdot d_{\mathrm{ch}}}{\nu} \quad [-] \tag{69.4}$$

سرعة إجهاد القص υ_0^*:

$$\upsilon_0^* = \sqrt{g \cdot r_{\mathrm{hy}} \cdot I_{\mathrm{s}}} \quad [\mathrm{m/s}] \tag{70.4}$$

r_{hy} نصف القطر الهيدروليكي [m]،

I_{s} ميل القاع [–]،

ρ' كثافة للمواد الصلبة النسبية [m]،

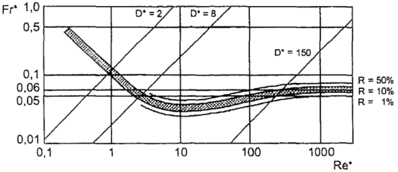
d_{ch} قطر الحبات المميّز [m]،

ν اللزوجة الكيناماتيكية $[\mathrm{m^2/s}]$.

كبارا متر آخر يوجد أيضاً قطر الرواسب D^* اللابعدي في الشكل (47.4).

$$D^* = d_{\mathrm{ch}} \cdot \left(\frac{\rho' \cdot g}{\upsilon^2}\right)^{1/3} = \left(\frac{\mathrm{Re}^*}{Fr^*}\right)^{1/3} \quad [-] \tag{71.4}$$

في المجال الأملس هيدروليكياً يكون $Fr^* = 0{,}1/\mathrm{Re}^*$، وفي المجال الخشن هيدروليكياً يؤخذ $Fr^* = 0{,}06$، حيث أن عدد فرويد للمواد الصلبة Fr^* لا يتعلق بعد ذلك بعدد رينولدز للمواد الصلبة Re^* وتقع بين كلا المجالين المنطقة الانتقالية التـــي تملك أهمية عملية، وتقع الحدود المسموحة الدنيا لمخطط Shields عند $D^* \approx 1$ أي $d_{\mathrm{ch}} \approx 0{,}05$ mm.



الشكل 47.4: بدء الحركة حسب Shields (1936) – المسمى مخطط Shields – مع معطيات عن احتمال الحركة حسب Zanke (1990).

الجدول **13.4**: القيم التقديرية للسرعة الحرجة الوسطية $\upsilon_{m,cr}$ للرواسب المتماسكة حسب (Hoffmasn and Verheij 1997).

نوع التربة	عمق الماء h [m]	للسرعة الحرجة الوسطية $\upsilon_{m,cr}$ [m/s]
رمل لومي، طين لومي، غير مثبت	1,0	0,4
رمل لومي ضعيف، تكتيم وسطي	1,0	0,8
طين لومي ضعيف، صلب	1,0	1,2
طين لومي قوي، كثافة قليلة	3,0	0,5
طين لومي قوي، كثافة وسط	3,0	1,0
طين لومي ثقيل، صلب	3,0	1,5
طين، كثافة قليلة	10,0	0,6
طين، كثافة وسط	10,0	1,3
طين قاسي	10,0	1,9

تم توسيع مخطط Shields من قبل Zanke (1990) لحالات ذات إجهادات القص الصغيرة وزود بمعطيات متغيرة بالنظر إلى احتمال الحركة (خطر الحركة)، بذلك يعني $R = 10\%$ (انظر الشكل 47.4) أي أن 10% تقريباً من الجزيئات الصلبة تتحرك.

بدء الحركة في القيعان المتماسكة

إن الشروحات السابقة والمعادلات الحسابية لبدء الحركة ونقل المواد الصلبة كانت صالحة للقيعان غير المتماسكة مثل القيعان الحصوية والرملية المعروفة.

في حالة القاع المتماسك (طين، لوم وغيرها) تصبح السرعة الحرجة $\upsilon_{m,cr}$ أكبر، أي أن القاع يصبح أكثر استقراراً. وقد أعطيت في Hoffmans and Verheij (1997) لأجل الرواسب المتماسكة القيم الواردة في الجدول (13.4).

تكتب العلاقة لحساب السرعة الحرجة الوسطية $\upsilon_{m,cr}$ للرواسب المتماسكة بالشكل:

$$\upsilon_{m,cr} = \lg\left(\frac{8{,}8h}{d_{ch}}\right)\sqrt{\frac{0{,}4}{\rho_w}\left[(\rho_F - \rho_w)\, g \cdot d_{ch} + 0{,}021 \cdot C_0\right]}\ [m/s] \quad (72.4)$$

حيث:

h عمق الماء [m]،

d_{ch} القطر المميّز للحبات [m]،

ρ_F الكتلة النوعية للمادة الصلبة [kg/m^3]،

ρ_w الكتلة النوعية للماء [kg/m^3]،

C_0 التماسك [N/m^2].

التأثيرات الأخرى على بدء الحركة

يمكن أن تتكون على قاع المجاري المائية طبقة رقيقة جلدية تشبه جلد الحزام ناجمة عن نمو الطحالب (Fuhboeter, 1983; Heinzelmann,1992)، بذلك يصبح القاع أملساً ويتحسن استقرار القاع بشكل عام عبر تثبيت الجزيئات المنفصلة.

3.1.6.4 الأجسام المنقولة

تنشأ على قاع مجرى مائي طبيعي أشكال أجسام منقولة مختلفة تحت تأثير قوى التيار (تعرجات، أكوام وجور)، والتـي تؤثر على مقاومة الجريان وعلى استطاعة التصريف وبالتالي على مقدرة نقل المواد الصلبة، ويتعلق شكل القاع المتكون بسرعة الجريان والقطر المميّز لمواد القاع d_{ch}. يمكن مشاهدة إرشادات عن علاقات الترسيب الهيدروليكي في Mertens (1994).

4.1.6.4 علاقات نقل المواد الصلبة

كي نستطيع الإحاطة الكمية بحركة المواد الصلبة يوجد عدة علاقات للنقل والتـي تتباين نتائجها الحسابية بشكل ملحوظ، ويتم في المراجع دوماً التأكيد أنه أثناء اختيار علاقة ما يجب مراعاة حدود صلاحيتها، في هذا السياق يمكننا مشاهدة إرشادات مساعدة لتقدير مجال الاستخدام في Pernecker and Vollmers (1965).

علاوة على ذلك يجب أن نراعي أن بعض العلاقات هي علاقات خاصة بنقل الرواسب فقط بينما البعض الآخر يحسب النقل الكامل للمواد الصلبة، أي نقل المواد العالقة والرواسب، في إطار ذلك لا توجد علاقة ذات صلاحية عامة، توجد فكرة عن العلاقات الموجودة وحساب أمثلة عليها في Mertens (1994).

يجب أن نشرح بشكل مقتضب هنا علاقة Meyer- Peter and Mueller (1949) لنقل

رواسب القيعان غير المتماسكة (قيعان رملية وحصوية) باعتبار أن صلاحيتها تأكدت من استخدامات عديدة وكافية.

إن المبدأ الأساسي لعلاقة Meyer- Peter and Mueller هو مقارنة إجهاد القص الحالي (المؤثر) τ وإجهاد القص الحرج τ_{cr} (انظر لكلا القوسين تحت العلاقة 73.4). تكتب العلاقة مع بعض التبسيط بالشكل:

$$m_G = \frac{8}{g} \cdot \frac{\rho_F}{\rho_F - \rho_W} \cdot \sqrt{\frac{1}{\rho_W}} \cdot \left[\underbrace{\rho_W \cdot g \cdot I_r \cdot R_s}_{\tau} - \underbrace{0{,}047(\rho_F - \rho_W) g \cdot d_{ch}}_{\tau_{cr}} \right]^{3/2} \quad [\mathrm{kg/(m \cdot s)}] \qquad (73.4)$$

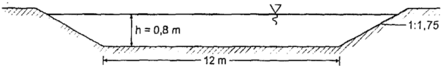
m_G مقدار الرواسب المتحركة الواحدية [kg/m.s]،

I_E ميل ارتفاعات الطاقة [–]،

r_{hy} نصف القطر الهيدروليكي [m]،

d_{ch} لقطر المميّز للحبات [m].

لكي نستطيع تقدير صحة النتائج في الواقع العملي يجب أن نحسب من خلال علاقات متعددة، وعلاوة على ذلك يجب اعتبار موثوقية قيم المعطيات (مثلاً دقة القياس أثناء حساب الكتلة النوعية للمواد الصلبة ρ_F، وحساب عمق الماء h، وحساب القطر المميّز للحبات d_{ch} (Bechtler et al., 1992).



الشكل 48.4: كمية الرواسب المتحركة في قناة شبه منحرف

مثال – تقدير كمية الرواسب

تمرين

يجب حساب كمية الرواسب المتحركة الواحدية m_G لأجل عمق ماء معطى h لقناة شبه منحرف (الشكل 48.4). بحسب المعطيات الآتية:

$\rho_F = 2650 kg/m^3$ $I_{so} \approx I_E = 0{,}003$ $r_{hy} \approx h = 0{,}8$ m $d_{ch} = 1{,}5$ cm

الحــــل

كمية الرواسب المتحركة الواحدية m_G:

$$m_G = \frac{8}{9{,}81} \cdot \frac{2650}{2650 - 1000} \cdot \sqrt{0{,}001}$$
$$\cdot [1000 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}003 \cdot 0{,}8 - 0{,}047 \cdot 1650 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}015]^{3/2}$$

$$m_G = 0{,}0414 \cdot [23{,}54 - 11{,}41]^{3/2} = 1{,}75 \frac{kg}{m \cdot s}$$

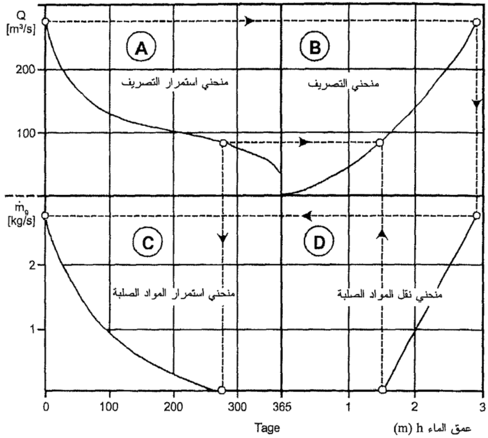
كمية الرواسب المنقولة $\dot{m}_G$:

$$\dot{m}_G = m_G \cdot b = 1{,}75 \cdot 12{,}0 = 21{,}0 \frac{kg}{s}$$

كمية الرواسب المتحركة السنوية

لكي نستطيع تقدير التطور المفترض لوضع قاع مجرى مائي أو جزء منه، يجب أن تكون كمية الرواسب المتحركة معروفة، وللموازنة يجب أن تستخدم كمية الرواسب المتحركة السنوية (الشكل 49.4).

لقد تم توضيح طريقة الحساب في الشكل (49.4) عبر الخطوط المتقطعة (انظر Dvwk,1992a)، وانطلاقاً من منح التصريف الزمنــي (A.49.4) ومنحنــي مفتاح التصريف (الشكل B.49.4) يمكن أن يحسب منحنــي كمية الرواسب المنقولة (الشكل D.49.4) وأخيراً حساب منحنــي كمية الرواسب الزمنــي (الشكل C.49.4)، ولحساب منحنــي كمية الرواسب المنقولة يجب أن يتم اختيار علاقة مناسبة لنقل الرواسب (مثلاً علاقة Meyer-Peter and Mueller). من الرسم يمكن قراءة شروط الجريان أثناء بدء الحركة بشكل مباشر، وبذلك تساوي المساحة المتوضعة والمظللة في أسفل ويسار الرسم في الشكل C.49.4) كمية الرواسب المتحركة السنوية.



الشكل 49.4: حساب كمية الرواسب المتحركة السنوية (حسب DVWK,1992a)

2.6.4 نقل الرواسب ومناسيب قاع المجرى المائي

يكون لموضع ارتفاع قاع المجرى المائي أهمية خاصة لإنشاء سرير مجرى مائي آمن من الفيضان ولحماية القاطنين على الشواطئ. إن تغيرات خاصة للجريان وطبيعة الرواسب الملازمة لذلك تملك تأثيراً على موضع القاع.

وهكذا يمكن أن تقود زيادة سرعة الجريان (مثلاً عبر تقصير المسار) إلى تعميق المجرى المائي (جرف عميق)، نفس التوجهات تظهر أثناء منع قدوم الرواسب من الماء العلوي (مثلاً عبر السدود)، حيث لا يستمر قدوم المواد المنقولة من جزء المجرى المائي بشكل منتظم من الماء العلوي، ومن جهة أخرى يمكن أن يتم الترسيب على مساحات كبيرة لدى إنقاص

سرعة الجريان (مثلاً بناء حاجز أمام الماء) (الشكل 50.4).

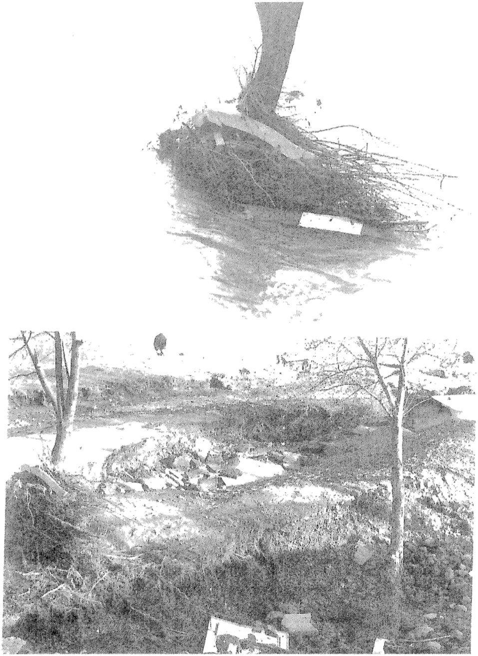
في الأسس المشروحة لاحقا يمكن أن تعطى فقط فكرة سطحية تشير إلى ظروف معقدة والمتوجب ربما اختبارها بشكل أدق، وهنا يجب التوجه إلى المراجع الاختصاصية والتـــي تم اقتباس جزء منها.

الشكل 50.4: تغطية حصوية لمساحة كبيرة بعد أحد الفيضانات، إلى جانب تخفيض مقدرة التصريف لقناة، مرتبطة مع حاجة كبيرة للصيانة

1.2.6.4 التعميق أو الحفر أو الترسيب في قاع المجرى

لأجل توازن عملية حركة الرواسب لجزء من مجرى مائي يجب أن تعوض الرواسب المنقولة بواسطة المياه عبر ورود رواسب من الماء العلوي، وعندما تكون الموازنة سالبة يعنـــي أن كمية الرواسب المجروفة أكثر من الواردة وبالتالي يحصل في القاع غير المحمي تعميق على مر الزمن وضرر للجوانب المحيطة، كما ويمكن أن يقود الفيضان العارم هذه العملية ويدعمها، وقد تمت الإشارة سابقاً إلى المؤثرات على طبقة التغطية المستقرة.

عندما تكون كمية الرواسب الواردة أكبر من تلك المجروفة ينشأ رفع لقاع المجرى المائي (ترسيب)، وبالتالي تتراجع مقدرة تصريف سرير المجرى ويحدث غمر للضفاف مع تصاريف صغيرة.



الشكل 51.4: تغيرات قاع المجرى المائي عبر الفيضان في منطقة الانتقال بين القاع المثبت وغير المثبت – في هذه الحالة تم تدمير الوجه العلوي لطريق. a خلال الفيضان، b بعد الفيضان

إن تحسين المجرى المائي الاصطناعي والموجه عند مقدرة تصريف أعظميه تقود في حالة قاع غير محمي لقسم قصير أو طويل إلى تعميق (جرف عميق)، وفي حالة كون القاع في المجال المحسّن محميا تصبح المناطق غير المحمية والواقعة في الجزء السفلي من المجرى المائي (الماء السفلي) معرضة للتعميق (الحفر)، وعندما يتم تحسين أجزاء كبيرة من المجرى المائي ولا توجد حجوم تخزين طبيعية تكون إجراءات إنشائية أخرى ضرورية لتفادي المؤثرات السلبية.

في التحسين شبه الطبيعي لمجرى مائي (انظر مثلاً Patt et al.,1998; Dvwk,1997c) يمكن أن يؤثر ليس فقط في رفع قاع مجرى مائي وإنما أيضاً تعميقه. وعندما نقلل الميل أثناء التكوين شبه الطبيعي تصبح مقدرة نقل الرواسب أقل وبالتالي يحدث رفع لمنسوب قاع المجرى المائي (ترسيب).

يمكن أن يقود الانتقال المفاجئ لشكل التحسين الإنشائي (مثلاً الانتقال من قاع مرصوف إلى قاع طبيعي)، إلى جانب تكوين الحفر في المنطقة الانتقالية، إلى تعميق القاع في الطرف السفلي (الشكل 51.4)، جميع هذه التوجهات (النـــزعات) تزداد شدة أثناء الفيضان، ولعل هذه الشروحات القصيرة تساهم في توضيح العلاقات المعقدة.

2.2.6.4 إمكانيات التأثير

باعتبار أن الحفر أو الترسيب على الغالب يتكون على مسافات جريان طويلة، تصبح أعمال تنظيم متعددة ضرورية لتجنب تغيرات غير مرغوب بها، وهكذا مثلاً يجب أن تزال الترسبات في المجاري المائية عندما تعيق مقدرة التصريف أو يتم ورود رواسب، وكذلك عندما يستمر تعميق المجرى مع الزمن.

إلى جانب هذا التصحيح الاصطناعي لعملية نقل الرواسب توجد أيضاً إمكانية لحماية محيط المجرى المائي حسب ما يلزم، مثلاً يمكن رصف القاع للحماية من الجرف وتثبيت الجوانب أو رفع منشآت الحماية.

ترتبط جميع أعمال التحسين المذكورة بكلف عالية، ويجب أن تؤخذ المتطلبات الايكولوجية بالاعتبار، كما يتطلب أخذ موافقة السكان المحليين بذلك، وطالما أن جميع الإجراءات ليست السبب في التطورات غير المرغوب بها، يجب أن تنفذ أعمال التنظيم دوما

في فترات زمنية محددة، ولنظرة بعيدة يكون مفيداً تقوية تلك الإجراءات التـــي تقود إلى إعادة توازن الرواسب.

لكن يجب ألا تتخذ قرارات التخطيط إلا على أساس اختبارات مفصلة، حيث أن الإجراءات المتخذة أيضاً لها تأثيرات رجعية على تطور المجرى المائي بالكامل.

3.2.6.4 تقييم الترسيب هيدروليكياً

على عكس التشكل المؤقت للحفر المحلية (انظر الفقرة 3.6.4) ينشأ تغير موضع القاع في فترات زمنية طويلة نسبياً، ولتخمين مثل هذه العمليات يمكن استخدام علاقات نقل المواد الصلبة (انظر الفقرة 2.6.4).

إن التطور الإجمالي لقاع المجرى المائي يمكن أن يقدر بواسطة الحساب الترسيبـــي الهيدروليكي (Mertens, 1994)، غير أن معطيات خاصة للجريان مثل التوسعات والتضايقات لمقطع المجرى المائي

(انظرJaegg, 1999; Wieprecht, 1997; Hunzinger et al.,1995; Zarn,1992) تتطلب عادة دراسة خاصة، على اعتبار أنه يمكن أن تتكون في بعض النقاط حفر محدودة محلية أو ترسبات.

3.6.4 الحفر المحلية

تنشأ الحفر خلال مناطق التسارع حول المنشآت المشيّدة في سرير المجرى وحوله (مثلاً أعمدة الجسور، قواعد الجسور) أو عبر اصطدام تيار الماء (أسفل منشآت المساقط، العتبات) على القاع غير المحمي.على عكس التغيرات الواسعة لموضع القاع (انظر الفقرة 2.6.4) تكون الحفر المحلية في المحيط المباشر لنقاط الاضطراب محدودة.

عندما تصل الحفر المحلية إلى المنطقة الواقعة أسفل قاع التأسيس للجوانب وجدران الشواطئ ومنشآت جوانب المجرى المائي يمكن أن يؤدي إلى عدم استقرارها وإصابتها بأذى كبير. يمثل عمق الحفرة الأعظمي وتوسعها قيما هامة لتأسيس أمين ضد الفيضان، ومن خلال ترسيب المواد الصلبة المجروفة من الحفر يمكن أن تؤثر مرة أخرى محليا على ظروف الجريان.

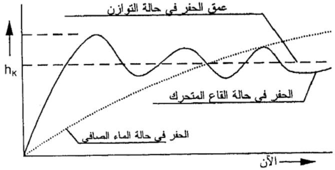
يكون نشوء الحفر المحلية متعدد الوجوه ويرتبط ببارامترات عديدة، والتـــي تشمل العلاقات البسيطة الآتية لبعض منها فقط، ولذلك يمكن النظر إلى النتائج التـــي تم التوصل إليها من العلاقات التصميمية المعطاة كنتائج تقريبية فقط، والتـــي يجب أن تختبر بدقة في بعض الحالات الضرورية المستقلة، وفي حالات الشروط الخاصة المعقدة للجريانات القادمة أو في المناطق التـــي يتوقع فيه حدوث أضرار كبيرة يمكن أن يفيد استخدام نموذج مخبري (فيزيائي) لكي نضمن الحصول على الأمان المطلوب، وتوجد إرشادات أخرى حول هذا الموضوع في Hammill (1999); Graf (1998), Hoffmans and Verheij (1997) and Breusers and Raudkivi(1991).

1.3.6.4 أنواع الحفر

استناداً إلى ظروف تشكل الحفر يمكن التمييز بين نوعين (الشكل 52.4):

- حفرة في القاع المتحرك (live-bed scour)، تعوض الرواسب المنتزعة من الحفر بواسطة الرواسب المجروفة من الماء العلوي (الجريان القادم).
- حفرة الماء الصافي (clear water scour)، لا يتم نقل رواسب من أعلى التيار.

يتم حصول عمق الحفرة الأعظمي $h_{k,max}$ تقريباً لدى سرعة الجريان الحرجة v_{cr} (الشكل 52.4)، ويكون عمق الحفرة المتكونة في فترة زمنية طويلة h_k صغير نوعا ما ويتكون بداية أثناء تصاريف الفيضان الدائمة ولفترة زمنية طويلة.



الشكل 52.4: التطور الزمنـــي لأعماق الحفر (حسب Graf, 1998).

2.3.6.4 الحفر المحلية الطبيعية

يوجد في المجاري المائية الطبيعية سلسلة من ظواهر الحفر المحلية والتـي يعود تشكيلها إلى العمليات القسرية (الملزمة) المورفولوجية للمجاري المائية، وأمثلة على ذلك تكون الحفر في منحنـي المجرى المائي عند المنحنيات (حفر المنحنـي) وتغيرات القاع عند نقطة التقاء المجاري المائية.

الحفر عند المنحنيات (الحفر في المنطقة المنحنية من المجاري المائية)

في المسقط الأفقي يتضح مسار المجرى المائي في تتابع كبير أو صغير لتعرجات المجرى (الشكل 53.4)، و تنتج حفر عند المنحنيات من عمليات النقل الناجمة عن التيار الدورانـي المتشكل. هذا التيار الدورانـي يؤمن نقل الجزيئات الصلبة من الجانب المعرض للتيار الخارجي إلي الجانب الداخلي وبذلك ينشأ عند الجانب الخارجي (المعرض للتيار) تعميق لسرير المجرى (حفر)، بينما تتوضع الترسبات عند الجانب الداخلي (الأملس).

في Hoffmans and Verheij (1997) تم النصح بالعلاقة الآتية الموضوعة من Tohrne (1993) للحساب التقريبـي لعمق الحفرة h_k (انظر الشكل 54.4):

$$h_k = h_o\left[1{,}07 - \lg\left(\frac{R}{B-2}\right)\right] \quad [m] \qquad (74.4)$$

h_k عمق الحفرة [m]،

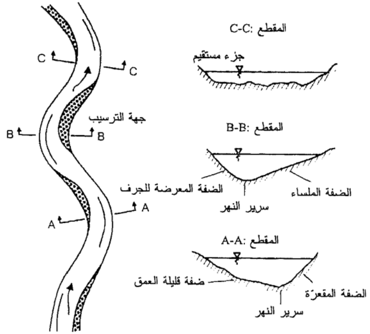
h_o عمق الماء في القسم المستقيم من المجرى المائي [m]،

B عرض القناة [m]،

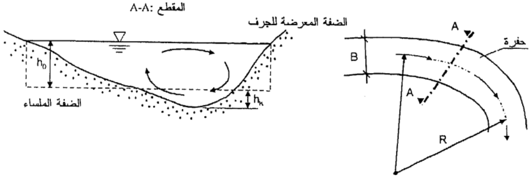
R نصف قطر المنحنـي [m].

اعتمدت العلاقة (74.4) على قياسات وتجارب مخبرية لأقنية عرضها حتـى 17 m وقطر حبات بين 0,3 و63 mm، وأعطي مجال صلاحية العلاقة بـ $2 < R/B < 22$.

هنا يجب التأكيد بأن هذه العلاقة تشترط محيطا طبيعياً لسرير المجرى المائي (سفوح الجوانب). في أجزاء المجرى المائي المحسّن يمكن ألا يتكون أي حفر في الجزء المنحنـي من المجرى باعتبار أن رصف القاع وتثبيت الجوانب وجدران الضفاف وغيرها من طرق الإنشاء تمنع عمليات الجرف.



الشكل 53.4: عمليات الحت والترسيب أثناء تشكيل سرير المجرى.



الشكل 54.4: مخطط توضيحي لنشوء حفرة المنحنــي.

الحفر أثناء التقاء مجريين مائيين

يمكن حساب عمق الحفر أثناء التقاء مجريين مائيين بشكل تقريبــي لـــ $\theta < 80°$ بواسطة علاقة Hoffmans and Verheij (1997) التــي تكتب بالشكل:

$$h_k = h_o[c_o + 0,037.\ \theta]\ \ [m] \qquad (75.4)$$

h_k عمق الحفرة (m)،

h_o عمق الماء في قسم الجريان المستقيم [m]،

c_0 معامل؛ يتعلق بمواصفات المواد [m]،

$c_0 = 1{,}29$ – مواد ناعمة،

$c_0 = 2{,}24$ – قيعان حصوية،

θ الزاوية بين المجريين المائيين مقدرة بالدرجات.

3.3.6.4 الحفر في التضايقات

يؤدي تخفيض عرض القناة إلى زيادة سرعة الجريان في المجال الذي تم تضييقه ويمكن أن يقود ذلك إلى نشوء حفر محلية في مكان التضايق.

الحساب بطريقة Hofmanns and Verheij

باستخدام علاقات Hoffmans and Verheij (1997) و Breusers and Raudkivi (1991) يسمح باشتقاق العلاقة

$$\frac{h_K + h_1}{h_1} = \left(\frac{B_1}{B_2}\right)^{1-\frac{B_2}{B_1}} = m^{\alpha}\ [-] \qquad (76.4)$$

في حالة غر الضفاف يمكن كتابة الآتي (انظر الشكل 4-55 a)

$$\frac{h_k + h_1}{h_1} = m^{\alpha} \cdot \frac{Q}{Q - Q_v} \quad [-] \qquad (77.4)$$

h_k عمق الحفرة [m] ،

h_1 عمق الماء الوسطي للجريان في المنطقة الواقعة فوق التضايق [m]،

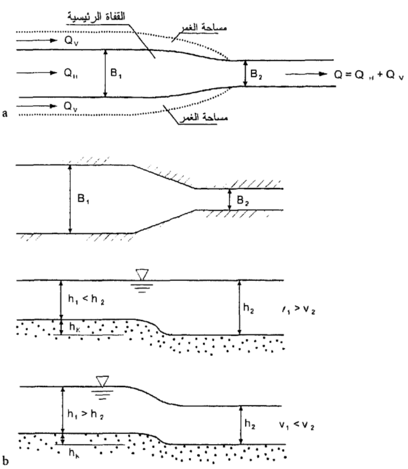
m نسبة أعراض القناة : $m = B_1/B_2$ [-]،

a أس؛ $a = (m-1)/m$؛ تكون a بين 0,67 و0,8 [-] لأجل $m = 3 \to 5$،

Q التصريف الكلي [m^3/s]،

Q_h التصريف في القناة الرئيسية [m^3/s]،

Q_v التصريف على الجوانب [m^3/s].



الشكل 55.4: رسم توضيحي للحفر في تضايقات القناة. a توصيف حسب Hoffmans and Verheij 1997, b توصيف حسب Graf (1998)

الحساب بطريقة Graf

وضعت علاقة أخرى للحساب التجريبي من Graf (1998) وتكتب كالآتي (الرسومات انظر الشكل b.55.4).

$$\frac{h_2}{h_1} = \left(\frac{B_1}{B_2}\right)^{6/7} \cdot \left(\frac{\tau_{0,1}}{\tau_{0,2}}\right)^{1/7} \quad [m] \qquad (78.4)$$

h_1, h_2 أعماق الماء [m]،

B_1, B_2 عرض القناة [m]،

$\tau_{0,1}, \tau_{0,2}$ إجهادات السحب $\tau_{0,1}$ و $\tau_{0,2}$ [N/m^2].

يمكن أن تحسب إجهادات الجر $\tau_{0,1}$ و$\tau_{0,2}$ لمجالي الجريان بالعلاقة:

$$\tau_{0,i} = \rho \cdot g \cdot h_i \cdot I_{E,I} \ [N/m^2] \qquad (79.4)$$

$I_{E,i}$ ميل خط الطاقة عند $i = 1$ أو $i = 2$ [–]

4.3.6.4 الحفر عند المنشآت المستقلة

عند وجود المنشآت في مقطع الجريان يكتسب التيار تسارعا محلياً، بحيث يمكن أن تنشأ ظواهر جرف (حفر محلية)، وحسب الحالة في الموقع تصبح الأساسات الموجودة عارية وقد جرف ما حولها وتحتها وتصبح مهددة في استقرارها، لذلك يكون ضرورياً للمصمم أن يحصل على تصورات صحيحة عن أبعاد الحفر لكي يستطيع اقتراح إجراءات الحماية المناسبة في تلك المناطق.

توجد الاختبارات الشاملة عن نشوء الحفر عند أعمدة الجسور (الشكل 56.4) ومساند الجسور ومنشآت العرّاضات، غير أن الحفر تنشأ أيضاً عند مخرج الجسر والمساقط المائية وعند تغير نوع التحسين (الإنشاء) (تغير الخشونة).

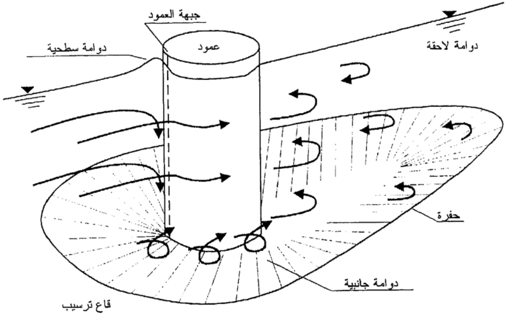
الحفر عند الركائز

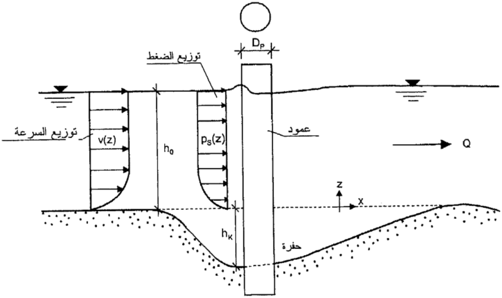
أثناء تشكيل الحفر عند ركائز الجسور (pier scour) يجب التمييز بين حفرة الماء الصافي (بدون إزاحة الرواسب من الماء العلوي) وتشكل الحفر في القاع المتحرك (مع إزاحة للرواسب من الماء العلوي).

بعد تجاوز السرعة الحرجة v_{cr} تبدأ حركة المواد الصلبة عند قاع القناة بجانب الركائز (انظر الشكل 56.4)، وتتبع المواد الصلبة التيار وتنتقل من جهة قدومه إلى الجهة الخلفية، ومع تزايد السرعة تشتد هذه العملية وتزداد أبعاد الحفرة، واستنادا إلى توزع الضغط ينشأ تيار مرتد موجه باتجاه الجانب العلوي (التيار القادم) للأعمدة، في حالة الأعمدة الاسطوانية تكون الحفرة في الأمام وفي المستطيلة تكون في الجوانب أكبر ما يمكن.

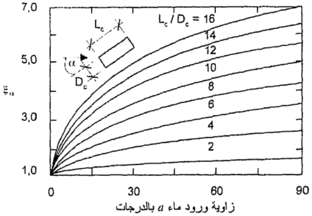
تم في Graf (1998) مقارنة علاقات متعددة لحساب عمق الحفرة h_k، وتم إعطاء الأفضلية للعلاقة التجريبية من Breusers et al. (1977) كونها أظهرت تطابقاً جيداً مع قياسات حقلية متعددة، وتكتب بالشكل:

$$\frac{h_k}{D_p} = 2{,}0 \cdot \beta \cdot \tanh \frac{h_o}{D_p} \cdot \xi_s \cdot \xi_\alpha \quad [-] \qquad (80.4)$$





الشكل 56.4: التيار حول عمود اسطوانـــي (حسب Breusers and Raudkivi,1991).



الشكل 57.4: المعامل ξa بالعلاقة مع زاوية القدوم a وأبعاد العمود المستطيل (حسب Graf,1998).

يتعلق المعامل β بالنسبة υ/υ_{cr}:

$$\beta = 0 \text{ لأجل } \frac{\upsilon}{\upsilon_{cr}} \langle\ 0,5$$

$$\beta = 2 \cdot \frac{\upsilon}{\upsilon_{cr}} - 1 \text{ لأجل } 0,5 \langle \frac{\upsilon}{\upsilon_{cr}} \langle 1,0 \qquad (81.4)$$

$$\beta = 1 \text{ لأجل } \frac{\upsilon}{\upsilon_{cr}} > 1,0$$

h_k عمق الحفرة [m]،

h_o عمق الماء في مجال التيار القادم (العلوي) [m]،

D_p قطر العمود أو الركيزة [m]،

υ سرعة الجريان [m/s]،

υ_{cr} سرعة الجريان الحرجة [m/s]،

ξ_s معامل حسب شكل العمود أو الركيزة [–]،

عمود مناسب للجريان $\xi_s = 0,8$،

عمود اسطوانـي $\xi_s = 1,0$،

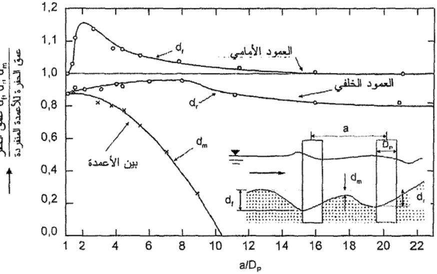
عمود مستطيل $\xi_s = 1,2$،

ξ_α معامل لعمود مائل بالنسبة للماء القادم (انظر الشكل 57.4) [–]،

عمود اسطوانـــي $\xi_s = 1,0$،

عمود مستطيل $\xi_s = f\,(a, L_c/\,D_c)$.

علاوة على ذلك يكون من الأهمية بمكان، هل نعالج عموداً واحداً أو عدة أعمدة (انظر الشكل 58.4)، ويكون أيضاً ملفتاً للنظر هل هي موزعة بشكل غير منتظم أو خلف بعضها، تعليمات أخرى حول ذلك توجد في Breusers and Raudivi,1991).

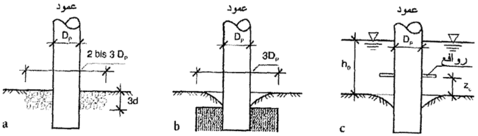


الشكل **58.4**: أعماق الحفرة في حالة عمودين اسطوانيين ينتصبان خلف بعضهما (Breusers and Raudkivi,1991)

من الشكل (58.4) يمكن أن نستنتج ما يلي:

- لا يتأثر عمق الحفرة أمام العمود عندما $a/D_p = 1$،
- لا يتأثر عمق الحفرة أمام العمود عندما يكون العمودان بعيدين جداً عن بعضهما $a/D_p \geq 1.4$،
- عمق الحفر حول الأعمدة الخلفية أقل منه في حالة الأعمدة الأمامية حسب اتجاه التيار،
- ينقص التأثير المتبادل بشدة لأجل $a/D_p > 10$.

تمثل طرق الحماية من الحفر أهمية كبيرة للمهندس، وتوجد في Graf (1998) ثلاثة أشكال توضيحية مختلفة (الشكل 59.4).



الشكل 59.4: أمثلة للمنشآت المانعة للحفر عند الأعمدة (حسب Graf,1998). a ردم حجري (Rip-rap apron)، b حماية القدم (Footing apron)، c أعمدة برقبات (Pier with collar).

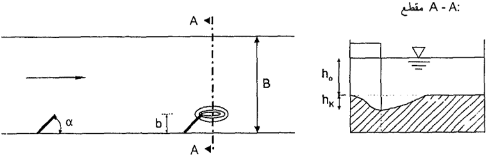
يمكن أن يؤخذ الشكل (59.4) للأبعاد التـــي ينصح بها للردم الحجري لحماية القدم والمآزر (أرضيات المجاري السريع)، ويمكن أن يحسب حجم الحجر d للردم الحجري بالعلاقة (82.4).

$$d \cong \left(\frac{\upsilon_D}{2,4}\right) \quad [m] \qquad (82.4)$$

d قطر الحجر [m]،

υ_D السرعة الوسطية في مقطع الجريان في منطقة دخول الماء القادم [m/s].

ويمكن التوصل إلى تخفيض آخر لعمق الحفرة من ترتيب شبكي الشكل لعدد من الأعمدة الصغيرة في مجال التيار القادم أو عبر شكل أعمدة مناسب للتيار، هذه الطرق تخفّض بشكل خاص تأثيرات الدوامات ذات شكل نعل الفرس (الشكل 56.4).



الشكل 60.4: الحفر عند منشآت العراضات

الجدول 14.4: معاملات التصحيح k_1 وk_2 وk_3 لحساب عمق الحفر عند منشآت العراضات، لأجل المعامل k في العلاقة (83.4) حيث يجب تركيب المعاملات k_1 وk_2 وk_3 حسب المطلوب:

مكان العراضة في المجرى المائي		شكل السدة (الحاجز)		زاوية اعتراض التيار	
	K_3		K_2	K_1	a
قناة مستقيمة	1,0	جدار رأسي	1,0	0,8	30°
شاطئ داخلي	1,1	جدار شبه رأسي	1,0	0,9	45°
شاطئ خارجي	0,8	جدار يميل بـــ 45°	0,85	0,95	60°
جدار داخلي الواقع أسفل المنحنـــي				1,0	90°
منحنـــي حاد	1,4			1,05	120°
منحنـــي معتدل	1,1			1,1	150°

الحفر عند منشآت العرّاضات

لأجل أعماق الحفر عند العراضات (الشكل 60.4) أعطيت في (Breusers and Raudkivi, 1991) القيم التالية:

$$h_k + h_o = k \cdot q^{2/3} \quad [m] \qquad (83.4)$$

h_k عمق الحفرة [m]،

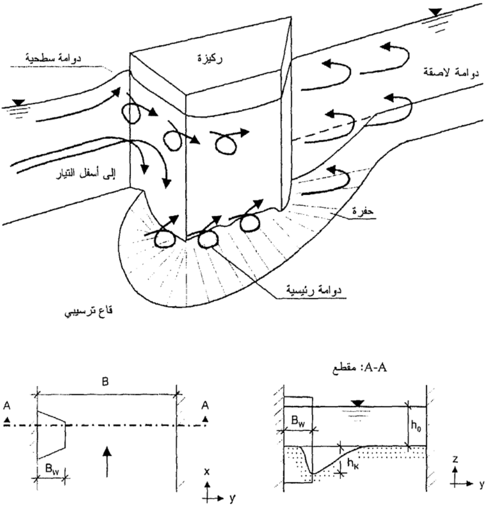
h_o عمق الماء في الجزء المستقيم من المجرى المائي [m]،

k معامل (انظر الجدول 14.4)،

q التصريف لكل متر عرض [m³/s.m].

الحفر عند المساند الجانبية

يبين الشكل (61.4) شكل الحفرة النموذجية عند القاعدة المضلعة وتظهر مثل ظروف الجريان هذه عند قواعد الجسور أو غيرها من المنشآت الواقعة في مقطع الجريان، وعلى عكس الجسور المنفردة يقاد التيار عبر الجوانب الطولية بشدة أكبر، بحيث تكون الدوامات اللاحقة التـــي تنجم عن ركائز الجسور ضعيفة جداً، وترجع هذه الحالة إلى الفواقد الكبيرة في التيارات المحيطة (Breusers and Raudkivi, 1991).



الشكل 61.4: تشكل الحفر عند القواعد العريضة لجسر (حسب Graf, 1998)

لكي نحسب عمق الحفرة عند القواعد الجانبية أو المنشآت، ذكر Graf (1998) – مع تعليمات هامة – العلاقة الآتية والتـــي وضعت بناء على قياسات مخبرية:

$$\frac{h_k}{B_W} = 2{,}0 \cdot \xi_s \cdot \xi_\alpha \qquad \text{for} \quad \frac{h_o}{B_W} > 1 \tag{84.4}$$

$$\frac{h_k}{B_W} = \sqrt{\frac{h_o}{B_W}} \cdot \xi_s \cdot \xi_\alpha \quad \text{for} \quad \frac{h_o}{B_W} < 1$$

h_k عمق الحفرة [m]،

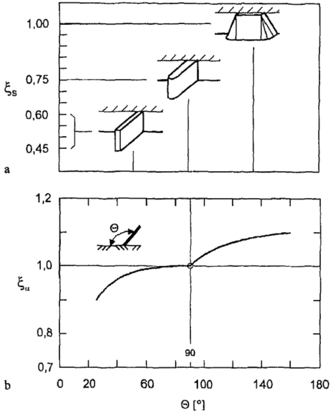
B_w عرض جانب القاعدة المعترض للتيار القادم [m]،

h_o عمق الماء في مجال التيار القادم [m]،

ξ_s معامل لشكل المسند [–] (انظر الشكل a.62.4)،

ξ_α معامل القاعدة المعترضة للماء القادم [–] (انظر الشكل b.62.4).

يمكن أخذ العوامل اللازمة من الشكل (62.4)، كما ويمكن الاطلاع على معلومات إضافية أخرى ذات علاقة في Graf (1998) and Hoffmans and Verheij (1997).



الشكل 62.4: المعاملات لتشكل الحفر حول المساند الجانبية (حسب Graf, 1998).

a شكل المسند b زاوية القدوم

تم إجراء اختبارات شاملة حول تكون الحفر على عناصر مضلعة لأعماق مياه صغيرة (ممثلة لأبنية في مجالات مغمورة) من Kohli (1998 a and 1998 b), Hager and Kohil (1997).

الحفر عند المصارف (مخارج منشآت تصريف المياه)، المفرغات

يمكن أن تتكون الحفر عند مخارج تصريف المياه أو المفرغات غير المحمية باتجاه أسفل التيار أو باتجاه أعلى التيار أو أسفل المخارج وتنشأ العلاقات بين أبعاد الحفر وسرعة الخروج υ_0 واجهاد السحب الحرج لمادة القاع τ_{cr}، ويملك عمق الماء تأثيراً إضافياً في الماء السفلي.

لتحديد أبعاد الحفر التـــي تنشأ في قاع القناة غير المتماسك تم في (Breusers and Raudkivi 1991) اقتراح العلاقات الآتية:

عمق الحفرة h_k:

$$h_k = 0{,}65 \cdot D \cdot \left(\frac{\upsilon_0}{\upsilon_{cr}^*}\right)^{1/3} \quad [m] \qquad (85.4)$$

عرض الحفرة B_k:

$$B_k = 7{,}5 \cdot D \cdot Fr^{2/3} \ [m] \qquad (86.4)$$

طول الحفرة L_k:

$$L_k = 15{,}0 \cdot D \cdot Fr^{2/3} [m] \qquad (87.4)$$

D قطر الأنبوب أو المفرّغ [m]،

υ_0 سرعة الخروج الوسطية [m/s]،

υ_{cr}^* سرعة إجهاد السحب الحرجة عند بدء الحركة [m/s].

$$v_{cr}^* = \sqrt{\tau_{cr} / \rho_W} \ \ [m/s] \qquad (88.4)$$

τ_{cr} إجهاد السحب لمادة القاع [N/m^2].

$$Fr = \upsilon_0 / \sqrt{g \cdot D} \ \ [-] \qquad (88a.4)$$

Fr عدد فرويد

وكمجال صلاحية لعدد فرويد أعطيت القيم $0{,}27 < Fr < 2{,}7$ ولأجل قطر الحبات لمادة القاع $0{,}22 \ mm < d < 7{,}3 \ mm$، وتوجد إرشادات أخرى إضافية في: Novak and Breusers and Raudkivi (1991). et al.(1997).

عندما نريد تجنب عملية تشكل الحفر نستطيع استخدام المعادلات الآتية لقياس قطر

الصخور اللازمة d_s:

أعماق ماء سفلي صغيرة h_0، أي $h_k/D < 0,5$:

$$d_s = 0,25 \cdot D \cdot Fr \text{ [m]} \tag{89.4}$$

أعماق ماء سفلي كبيرة h_0، أي $h_k/D < 0,5$:

$$d_s = 0,25 \cdot D \cdot Fr - 0,15 \text{ [m]} \tag{90.4}$$

علاوة على ذلك تم البرهان في Breussers and Raudkivi (1991) على ما يلي:

- تزداد أبعاد الحفر مع ازدياد ميل المصرف الأنبوبـــي،
- ليس للجدار الرأسي عند نهاية الأنبوب (بوابة الإغلاق) أي تأثير على عمق الحفرة، وبالمناسبة عند تحديد عمق التأسيس يجب أن نضع عمق الحفرة الأعظمي،
- إن ترك المجال لعملية تشكل الحفر (تركها طبيعية) أكثر اقتصادية من الحماية الكاملة من تشكل الحفر بالحجارة الكبيرة.

الحفر تحت منشآت الجسور

عندما يتم تضييق المجرى المائي من خلال بناء جسر ما سوف تتكون حفرة، وعندما يكون عرض المجرى المائي B أكبر أو يساوي امتداد الجسر $B_{Brü}$ (عرض المجرى المائي تحت الجسر) يمكن أن يحسب h_k بالعلاقة الآتية (Nowak et al.,1998):

$$h_k = 0,475 \left[\frac{Q}{f}\right]^{1/3} \left[\frac{B}{B_{Brü}}\right]^{0,61} \text{ [m]} \tag{91.4}$$

Q التصريف $[m^3/s]$،

B عرض المجرى المائي [m]،

$B_{Brü}$ عرض المجرى المائي تحت الجسر [m].

يعطى معامل الحبات f بالعلاقة:

$$f = 1,75 \cdot d^{1/2}$$

d القطر الوسطي لمادة القاع [mm].

ويصلح لـــ $B > B_{Br}$

$$h_k = 0,475 \left[\frac{q^2}{f}\right]^{1/3} \left[\frac{B}{B_{\text{Brü}}}\right]^{0,61} \quad [\text{m}] \qquad (92.4)$$

q التصريف المنسوب إلى عرض المجرى (التصريف في واحدة العرض) $[\text{m}^3/(\text{s.m})]$

الحفر بعد المساقط المائية

لتقدير عمق الحفرة بعد مسقط مائي (الشكل 63.4) تستخدم العلاقة التجريبية الموضوعة الآتية من عدة مؤلفين

$$h_k + h_u = w \cdot \frac{\Delta h^{\alpha} \cdot q^{\beta}}{g^{\delta} \cdot d_{ch}^{\gamma}} \quad [\text{m}] \qquad (93.4)$$

h_k عمق الحفرة [m]،

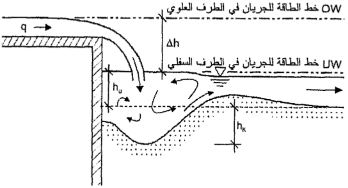
h_u عمق الماء السفلي أو ارتفاع الطاقة فوق مستوي الحفرة [m]،

Δh فرق الارتفاع لمنسوب الماء [m]،

q التصريف لكل متر من عرض المجرى $[\text{m}^3/\text{s.m}]$،

d_{ch} قطر الحبات المميز (الحاسم) [m]

g تسارع السقوط (الجاذبية الأرضية) $[\text{m/s}^2]$.



الشكل 63.4: رسومات للتعريف بالحفر المحلية التـــي يمكن أن تنشأ أسفل المساقط

الجدول **15.4**: القيم المعطاة من عدة مؤلفين للمعامل w والأسس في العلاقة (93.4).

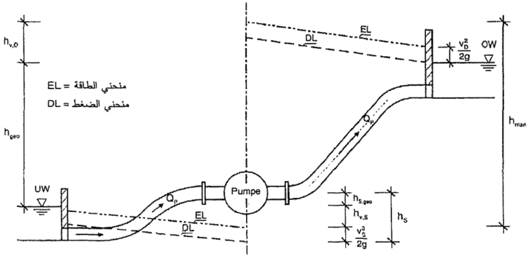
المؤلف	المعامل	الأسس				القطر الفعّال d_{ch}
	w	a	β	γ	δ	[mm]
Schoklitsch (1932)	4,75	0,2	0,57	0,32	1	d_{90}
Verones (1937)	3,68	0,225	0,54	0,42	1	d_{90}
Kotoulas (1967)	30,11	0,35	0,7	0,4	0,35	d_{95}

لقد جمّعت القيم المعطاة من المؤلفين للمعامل w والأسس الأربعة α وβ وγ وδ في العلاقة (93.4) في الجدول (15.4).

7.4 منشآت الضخ

في مضخة ما يتم إعطاء السائل المار خلالها طاقة ميكانيكية من خلال زيادة الضغط، وتستخدم الطاقة المعطاة في نقل الماء (التغلب على مقاومة الجريان) وللتغلب على فروقات الارتفاع (تحويل فرق الضغط المتولد إلى طاقة ارتفاع (طاقة كامنة)).

يمكن أن تكون منشأة الضخ الثابتة أكثر كفاءة وتوفيراً من تلك المتحركة المتوجب إحضارها ووضعها في الخدمة في الأوقات الصعبة القصيرة خلال الفيضان، وغالباً ما يكون توفر المضخة هو العامل الهام والحاسم أثناء الفيضان وليس معايير تركيبها الصعبة.



الشكل **64.4**: رسومات توضيحية لمنشأة ضخ.

1.7.4 أجزاء المنشأة

تتكون منشأة الضخ التـــي تؤمن ضخ الماء من حوض متوضع في مكان منخفض إلى آخر متوضع في مكان مرتفع من أنبوب امتصاص (من الحوض المنخفض إلى المضخة)، والمضخة وأنبوب الدفع (الضخ) من المضخة إلى الحوض المرتفع (الشكل 64.4). وحسب موقع المضخة بالنسبة للماء السفلي (UW) يسيطر في أنبوب الامتصاص ضغط سالب أو ضغط موجب.

في الشكل (64.4) تستخدم المصطلحات الآتية

h_{geo} ارتفاع الضخ الجيوذيزي (الجغرافي) [m]،

ارتفاع منسوب الماء من جانب الضغط (OW) فوق منسوب الماء السفلي (UW) في حوض الامتصاص (من جهة الامتصاص)،

h_{man} ارتفاع الضخ المانومتري [m]،

فرق ارتفاعات الطاقة قبل وخلف المضخة [m]،

h_s ارتفاع الامتصاص [m]،

$h_{s,geo}$ ارتفاع الامتصاص الجيوديزي أو السحب [m].

ارتفاع محور المضخة فوق منسوب الماء السفلي (منسوب الماء في حوض الامتصاص (UW)،

$h_{v,s}$ ارتفاع الفاقد في أنبوب الامتصاص [m]،

υ_S سرعة الجريان في أنبوب الامتصاص [m]،

$h_{v,D}$ ارتفاع الفاقد في أنبوب الدفع [m]،

υ_D سرعة الجريان في أنبوب الدفع [m]،

Q_p تصريف الضخ (الغزارة المرفوعة) [m³/s].

يتكون ارتفاع الضخ المانومتري h_{man} من ارتفاع الضخ الجيوديزي ومجموع الفواقد

$$h_{man} = h_{\upsilon,s} + h_{geo} + h_{\upsilon,D} \ \ [m] \qquad (94.4)$$

يدخل الارتفاع الناتج عن السرعة في أنبوب الدفع (جهة الضغط) $\upsilon_D^2/2g$ كفاقد خروج أثناء الدخول إلى الحوض العلوي ضمن الفواقد $h_{v,D}$ لجهة الضغط (تمديدات الدفع).

ولأجل ارتفاع الامتصاص تصلح العلاقة:

(94.4a) $$h_s = h_{s,geo} + h_{v,s} + \upsilon_s^2 / 2g \ \ [m]$$

لقد أعطيت الحدود الفيزيائية لارتفاع الامتصاص حتـــى التوصل إلى ضغط البخار، وتتعلق قيمة هذا الضغط بضغط الهواء المحيط وبدرجة حرارة الماء، وتبلغ قيمته النظرية تقريباً 10m. من وجهة نظر عملية يجب ألا يتجاوز 7m، ويمكن التعبير بشكل آخر: لأجل الجريانات في ظروف الضغط السالب يجب ألا يزيد انخفاض الضغط عن 7m−.

تبلغ استطاعة المضخة P_Q اللازمة لضخ تصريف مقداره Q_p.

(95.4) $$P_Q = \rho \cdot g \cdot Q_p \cdot h_{man} \ \ [w]$$

ويمكن التعبير عن الفواقد الميكانيكية والهيدروليكية التـــي تظهر في المضخة عبر المردود الكلي η_p والذي يحدد من قبل صانع المضخة، وتكون استطاعة التشغيل اللازمة لمضخة P.

(96.4) $$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_p \cdot h_{man}}{\eta_p} \ \ [W]$$

وتعطى هذه الاستطاعة للمضخة بشكل تيار كهربائي، يمكن أن تكون مصادر هذا التيار الشبكة الكهربائية العادية ومحركات الديزل أو التيار من الطاقة المتجددة (مثل الطاقة الشمسية).

2.7.4 أنواع المضخات

من أنواع المضخات يمكن التمييز بين المضخات الدوارة والمضخات المكبسية، ويصنف كلا النوعين في مجالات استخدام مختلفة. لدى اختيار مضخة يجب أن نراعي وجود كمية من المواد الصلبة في السائل المضخوخ (الرواسب والوحل والمواد المحتواة الأخرى) إلى جانب البارامترات الهيدروليكية مثل التصريف وارتفاع الضخ وكثافة السائل المضخوخ.

1.2 7.4 تركيب المضخات وتشغيلها

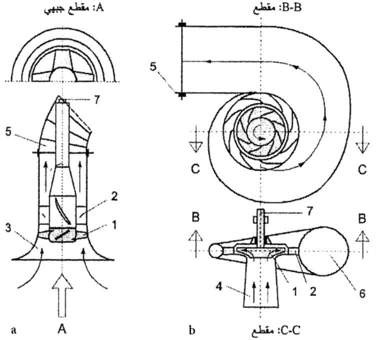
بالنظر إلى تركيب المضخات يتم التمييز بين التركيب الجاف والرطب، وتكون فوائد التركيب الجاف هي أمان التركيب وسهولة الصيانة والتوضع الجماعي لعدة مضخات في صالة المضخات.

تتوفر المحركات الكهربائية العادية والجافة من الداخل وأما المحركات الغاطسة العاملة فهي تعمل ليس فقط في الحالة الرطبة وإنما أيضاً في الحالة الجافة، وأثناء الاختيار يكون لنوع

التركيب (جذع حركة رأسي أو أفقي) ومكان التركيب (تركيب رطب أم جاف) أهمية خاصة، وتلائم المحركات الغاطسة بشكل خاص للتركيب الرطب وتتميّز بكلفتها المنخفضة، لأن المضخات الغاطسة والجافة من الداخل تتطلب كتامة عالية (تمديدات الكوابل، مياه راشحة، كتامة الجذع وغيرها) وكلفة تبريد.

2.2.7.4 المضخات الدوارة

في مضخة دوارة تتم إزاحة السائل الداخل بشكل دائم بواسطة أجنحة العجلة الدوارة (شفرات المضخة)، حيث يدخل الماء إلى العجلة الدوارة بشكل محوري ويخرج في النهاية بشكل محوري وقطري أو نصف قطري (الشكل 65.4).

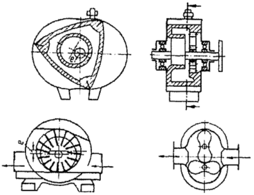


1. العجلة الدوارة؛ 2. الأجنحة الحاملة الثابتة؛ 3. فتحة الامتصاص؛ 4. أنبوب الامتصاص 5. أنبوب الضغط؛ 6. الحلزون ؛ 7. جذع الحركة.

الشكل 65.4: أجزاء المضخات الدوارة. a الدخول المحوري – الخروج المحوري، b الدخول المحوري – الخروج القطري

3.2.7.4 مضخات الإزاحة

في مضخات الإزاحة تحجز كمية محددة من السائل في جهة الامتصاص للمضخة، وفي الطريق إلى جهة الضغط تكتسب هذه الكمية من السائل تغذية بالطاقة بشكل ارتفاع ضغط، وباعتبار أن هذه العملية تجري بشكل دوري تكون العلامة المميزة لمضخات الإزاحة هي خروج الماء منها عبر الدفع والانزياح والشكل (66.4) يوضح مبدأ هذه العملية.



الشكل **66.4**: مضخات الإزاحة الدوارنية (Dubbel, 1997).

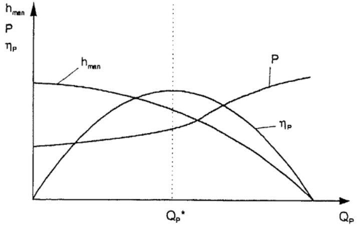
3.7.4 المنحنيات المميزة

إن اختيار المضخة الملائمة هو مهمة تصميمة نوعية في المنشآت المائية، لذلك تكون المنحنيات المميزة أداة يدوية هامة، وهذه تصلح ليس فقط لتركيب محطة ضخ كبيرة بعدة مضخات وانما أيضا لشراء مضخة من الجداول الخاصة.

1.3.7.4 المنحنـــي Q-h، المردود

لتصنيف مضخة هناك منحنيان لهما أهمية خاصة، وهما: العلاقة بين ارتفاع الضخ h_{man} والتصريف Q_p (منحنـــي تشغيل المضخة) ومنحنـــي المردود η_p.

يبين الشكل (67.4) المسار النموذجي للمنحنيات المشروحة أعلاه لعدد دورات ثابت (n = const)، يتناقص ارتفاع الضخ المانومتري (الكلي) h_{man} مع ازدياد قيمة التصريف Q_p، وتعطى قيمة التصريف المثالية Q_p^* بذلك عندما يصل المردود η_p إلى القيمة الأعظمية، وتزداد استطاعة التشغيل P مع قيمة التصريف وعندما يتم تخطي Q_p^* تزداد P بشدة كبيرة.



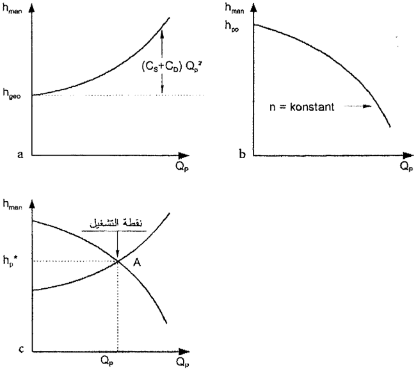
الشكل 67.4: المنحنيات المميزة للمضخات (n const، نقطة التشغيل المثالية = Q_p^* ،
$P = \rho \cdot g \cdot Qp \cdot h_{man}/\eta_p$.

2.3.7.4 نقطة التشغيل

إن مسار جملة خط الأنابيب وقيمة التصريف اللازمة Q_{must} تعطى حسب وظيفة منشأة الضخ وهي تميّز النقطة المطلوبة لجملة خط الأنابيب (مجموعة الدفع)، وتكون القيم C_s وC_D هي بارامترات خط الأنابيب والتـــي تنتج من حسابات خط الامتصاص S والدفع D، ولقد تم توضيح هذه البارامترات في المنحنـــي المميز للمنشأة (الشكل 4 .a.68)، وتم إعطاء رسم توضيحي للمنحنـــي المميز للمضخة والذي يحسب من قبل مقدم المضخة في الشكل (b.68.4).

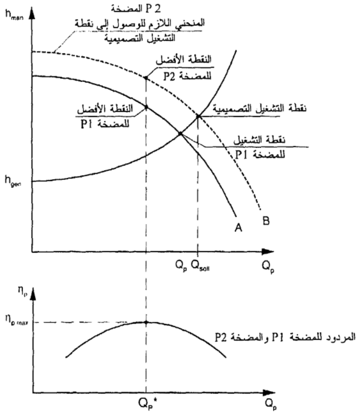
استناداً إلى المنحنـــي المميز للمنشأة ومواصفات خط الأنابيب والمنحنـــي المميز للمضخة يمكن تحديد نقطة التشغيل للمجموعة الكاملة (المضخة ومجموعة خط الأنابيب) وتسمى النقطة A في الشكل (c.68.4) بنقطة التشغيل وتميز شروط التشغيل عند اشتراطات المنشأة المعطاة).

تصنف كل مضخة بالعلاقة مع المردود η_p وقيمة التصريف Q_p وارتفاع الضخ h_{man} ويتم الوصول إلى النقطة الأفضل عندما تعمل مضخة بالمردود المثالي $\eta_{p\,max}$.

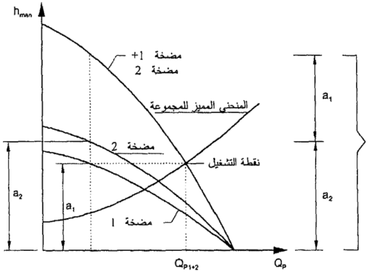


الشكل 68.4: تحديد نقطة التشغيل لمنشأة ضخ، a المنحـــي المميز للمنشأة، b المنحـــي المميز للمضخة، c نقطة التشغيل.

ونقول: يكون تصميم المضخة مثاليا عندما تتطابق النقطة المطلوبة (من طرح المسألة) ونقطة التشغيل (متعلقة بالمنحـــي المميز للمنشأة والمنحـــي المميز للمضخة) والنقطة الأفضل (بارامترات المضخة). ويبيّن الشكل (69.4) المنحـــي المميز للمضخة B (المنقط) وكيف يتم الوصول إلى النقطة المطلوبة (أي ضخ التصريف Q_p لارتفاع ضخ h_{geo})، غير أن المضخة لا تعمل في نقطتها الأفضل، حيث أن المنحـــي المميز للمضخة A (انظر الشكل 69.4) يقع في النقطة الأفضل؛ ولكن لا يتم الوصول إلى النقطة المطلوبة.



الشكل 69.4: طريقة لاختيار مضخة (P1 مضخة 1؛ P2 مضخة 2).

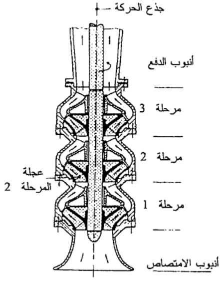


الشكل 70.4: المنحنيات المميزة لوصل المضخات على التسلسل.

3.3.7.4 تشغيل عدة مضخات

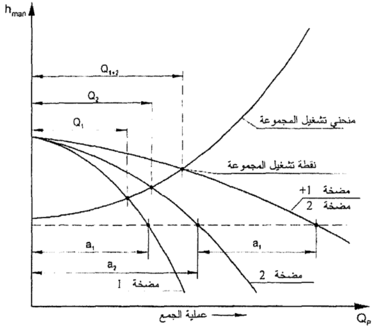
أثناء تشغيل عدة مضخات على التسلسل (وراء بعضها البعض) لعدة مضخات يتم جمع المنحنيات المميزة للمضخات باتجاه h، أي أن ارتفاع الضخ h_{man} يزداد، ويكون هذا الإجراء ذا فائدة للتشغيل عندما يكون لكلي المنحنيين المميزين نفس نقطة الصفر على المحور Q_p (الشكل 70.4).

يستخدم هذا المبدأ في المضخات متعددة المراحل التـــي يركب فيها عدة عجلات على نفس المحور (الشكل 71.4).



الشكل 71.4: مقطع في مضخة بثلاث مراحل

في حالة التشغيل على التوازي (إلى جانب بعضها) تجمع المنحنيات في اتجاه Q_p (الشكل 72.4) حيث يتم الوصول إلى تصريف أكبر، وعندما تكون جهة الضغط (الدفع) مزودة بسكر إغلاق قابل للتنظيم يمكننا الحصول بعدد مضخات m على $2^m - 1$ نقطة تشغيل، ويكون هذا التشغيل فقط بدون مشاكل عندما تملك المضخات نفس ارتفاع الضخ الصفري.

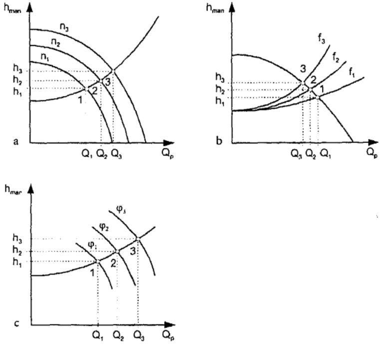


الشكل 72.4: التشغيل على التوازي للمضخات

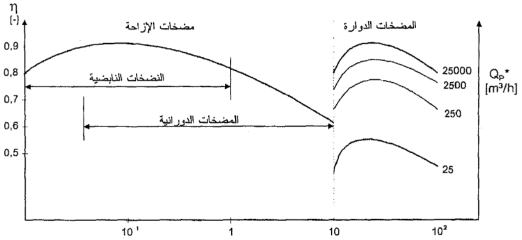
4.3.7.4 التحكم بالمضخات

للتحكم بالمضخات تتوفر لدينا إمكانيات التحكم بعدد الدورات والتأثير على استطاعة الضخ عبر الإغلاق الجزئي (مثلاً بواسطة السكر الحلقي) وتغيير زاوية الريش للمضخة - أجنحة العجلة.

فمن خلال تغيير عدد الدورات (أي تغيير المنحني المميز للمضخة) يمكننا ملاءمة استطاعة التصريف وارتفاع الضخ لمضخة مع متطلبات الاستخدام المطلوبة (الشكل a73.4)، كما ويغير الإغلاق الجزئي لسكر التحكم (أي رفع مقاومة الجريان) المنحني المميز للمنشأة (الشكل b73.4)، وتتوفر إمكانية أخرى للتحكم بالعجلات المحورية ونصف المحورية عبر تغيير زاوية التوضع φ لأجنحة العجلة، وتم في الشكل (c.73.4) توضيح كيف تغير هذه الإجراءات المؤثرة المنحنيات المميزة للمضخة.



الشكل 73.4: التحكم باستطاعة الضخ لمنشأة ضخ، a تغيير عدد الدورات n، b استخدام الإغلاق الجزئي، c تغيير توضع أجنحة العجلة



الشكل 74.4: مجالات استخدام أنواع المضخات المختلفة (Hellmann, 1997)

4.7.4 معايير الاختيار

لاختيار مضخة مناسبة تستخدم السرعة النوعية (عدد الدورات النوعي)

$$n_q = n \frac{Q^{1/2}}{h_{man}^{3/4}} \left(\frac{1}{\min} \frac{m^{3/4}}{s^{1/2}} \right) \qquad (97.4)$$

n عدد دورات التشغيل [1/min]،

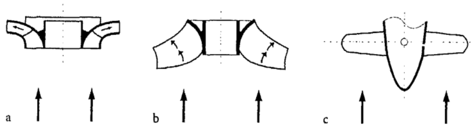
Q التصريف [m^3/s]،

h_{man} ارتفاع الضخ [m].

يبين الشكل (74.4) مجال استخدام أنواع المضخات المختلفة. وعندما تستخدم مضخات الإزاحة (المكبسية) في المجالات التـــي تكون فيها المضخات الدوارة هي الأفضل يقود ذلك إلى زيادة واضحة في الوزن والحجم والى خدمات يدوية قاسية للمضخات، وعلى العكس يقود استخدام المضخات الدوارة في مجال المضخات المكبسية إلى مراد يد متدنية، باعتبار أن حجم التصنيع وارتفاع الضخ المتوجب تحقيقه في المضخات متعددة المراحل والفواقد الميكانيكية الكبيرة تفرز مشاكل تصنيعية ملحوظة.

مع زيادة السرعة النوعية n_p تستخدم المضخات المكبسية التذبذبية المتتالية وبعدها الدورانية، في مجال المضخات الدوارة تستخدم مع تزايد قيم السرعة النوعية n_q عجلات قطرية ثم نصف محورية (وسيطة) وبعدها المحورية (الشكل 75.4).

عند اختيار أشكال عجلات خاصة يمكن أن تلائم المضخات الدوارة لعدة مواد محتواة في الماء، ولكن يرتبط هذا على الغالب مع انخفاض للمردود.



الشكل 75.4: أنواع العجلات المعروفة في المضخات الدوارة. a عجلة نابذة، b عجلة نصف محورية، c عجلة محورية

عندما يتم اختيار نوع من المضخات ويتم تحديد عددها يمكن أن تحسب كلفة التركيب وكلفة التشغيل.

ويجب أن يؤخذ تأثير وجود المواد المحتواة في الماء بالاعتبار في كلفة التشغيل.

مثال – حساب منشأة ضخ

تمرين

يجب أن ترفع مضخة دوارة ماء درجة حرارته $t = 15°C$ من حوض تخزينـــي بتصريف $Q_p = 0,1\ m^3/s$ عبر خط أنابيب DN 200 ($\rightarrow$ d = 0,2 m) إلى حوض تخزين منشأ في مكان أكثر ارتفاعاً، ويبلغ فرق منسوب الماء بين الماء العلوي OW والماء السفلي UW 6,5 m (= ارتفاع الضخ الجيوديزي h_{geo}). ركبت المضخة فوق منسوب الماء السفلي UW بمقدار 1,5 m (= ارتفاع الامتصاص الجيوديزي $h_{s,geo}$)، كما ويجب الانطلاق من الضغط البارومتري بقيمة 990hPa في مكان التشغيل، وأعطي مردود المضخة من الصانع بـــ $\eta_p = 0,8$.

يبلغ طول خط الامتصاص $L_s = 8,0\ m$ ومجهّز بسلة امتصاص (شرّاق) مع صمام قاعدي (معامل مقاومته $\zeta_{ss1} = 4,6$) و منحنيين 90° ($\zeta_{Kr} = 0,4$).

ويبلغ طول خط الدفع $L_D = 50,0\ m$ ويحتوي على صمام ($\zeta_{s2} = 2,7$) وأربع منحنيات 90° ($\zeta_{Kr} = 0,4$)، والخشونة المطلقة لكلا خطي الأنابيب تبلغ $K = 1\ mm$.

والمطلوب حساب القيم الآتية:

a. سرعة الضخ v،

b. ارتفاع الفاقد $h_{v,s}$ في خط الامتصاص،

c. ارتفاع الامتصاص h_s،

d. التحقق من الأمان لدرء التكهف (عدم حدوث التكهف)،

e. ارتفاع الفاقد $h_{v,D}$ في خط الدفع،

f. ارتفاع الضخ المانومتري h_{man}،

g. استطاعة التشغيل المطلوبة P للمضخة (مردود المضخة $\eta_p = 0,8$).

الحـــل

a. سرعة الضخ υ

$$\upsilon = \frac{Q_p}{A} = \frac{4 \cdot Q_p}{d^2 \cdot \pi} = 3{,}18\,\text{m}/s \rightarrow \frac{\upsilon^2}{2g} = 0{,}52\,\text{m}$$

$\upsilon = \upsilon_s = \upsilon_D$ باعتبار أن قطر خط الدفع وقطر خط الامتصاص متساويان.

b. ارتفاع الفاقد $h_{\upsilon,s}$ في خط الامتصاص

درجة حرارة الماء $t = 15°C$ ← اللزوجة التحريكية (الكيناماتيكية) $\upsilon = 1{,}15 \cdot 10^{-6}\,m^2/s$ (انظر الجدول 1.4).

عدد رينولدز: $\text{Re} = \frac{v.d}{\nu} = \frac{3{,}18.0{,}2}{1{,}15}.10^6 = 5{,}53.10^5$

الخشونة النسبية: $k/d = 0{,}001/0{,}2 = 5 \cdot 10^{-3}$.

ينتج من ذلك بمساعدة مخطط -MOODY (الشكل 23.4): $\lambda = 0{,}031$

$$h_{v,S} = \left(\xi_{s1} + 2 \cdot \xi_{Kr} + \lambda \frac{l_s}{d}\right) \cdot \frac{\upsilon_S^2}{2g} = \left(4{,}6 + 2 \cdot 0{,}4 + 0{,}031 \frac{8{,}0}{0{,}2}\right) \cdot 0{,}52 = 3{,}45\,\text{m}$$

c. ارتفاع الامتصاص h_s

$$h_S = h_{s,geo} + h_{v,S} + v_S^2 / 2g = 1{,}5 + 3{,}45 + 0{,}52 \approx 5{,}5\ \text{m}$$

d. التحقق من الأمان لدرء التكهف (عدم حدوث التكهف)

درجة حرارة الماء $t = 15°C$ ← ضغط التبخر $p_D = 1{,}785\ kN/m^2$ (انظر الجدول 1.4).

التحويل إلى ارتفاع ضغط: $P_D/(\rho g) = 1{,}785/(1000 \cdot 9{,}81) = 0{,}182\ m$

ضغط الهواء: $990 hpa = 99000 N/m^2 \rightarrow 99000/(1000 \cdot 9{,}81) = 10{,}092\ m$

يكون ارتفاع الامتصاص النظري هو الفرق بين ضغط الهواء المحيط وضغط التبخر، ويبلغ $10{,}092 - 0{,}182 = 9{,}91\ m$ ويقع بشكل واضح فوق ارتفاع الامتصاص المحسوب $h_s \approx 5{,}5\ m$ وبالتالي انقطاع تيار الضخ ليس ممكنا (ولا يوجد تخوف من التكهف).

e. ارتفاع الفاقد $h_{\upsilon,D}$ في خط الدفع

$$h_{v,D}=\left(\xi_{s2}+4\cdot\xi_{Kr}+\lambda\frac{l_D}{d}+h_{v,a}\right)\cdot\frac{v_D^2}{2g}=\left(2{,}7+4\cdot 0{,}4+0{,}031\frac{50{,}0}{0{,}2}+1\right)\cdot 0{,}52$$

$$h_{v,D}=6{,}79\ \text{m}$$

$h_{v,a}$ هو فاقد الخروج من خط الدفع في الحوض العلوي ويماثل الارتفاع الناجم عن السرعة

f. ارتفاع الضغط المانومتري h_{man}

$$h_{man}=h_{v,s}+h_{geo}+h_{v,D}=3{,}45+6{,}5+6{,}79=16{,}74\ \text{m}\approx 17\ \text{m}$$

g. استطاعة التشغيل المطلوبة P للمضخة

$$P=\frac{\rho\cdot g\cdot Q_p\cdot h_{man}}{\eta_p}=\frac{1000\cdot 9{,}81\cdot 0{,}1\cdot 17{,}0}{0{,}8}=20846\ \text{W}\approx 21\,k\ \text{W}$$

8.4. تحديد منحنيات السطح المائي

لأجل سلسة من المسائل الإنشائية المائية والإدارية (مثلاً لمعرفة مناطق الغمر أو زيادة الأمان والتحقق منه لدرء الفيضان) يكون استخدام النماذج الهيدروليكية الملائمة حتمياً، وحسب تعقيد المشكلة، ومحيط منطقة الاستخدام ودقة النتائج المنتظرة، تتوفر نماذج هيدروديناميكية – رقمية أحادية البعد (1d) أو ثنائية البعد(2d) أو ثلاثية الأبعاد (3d) وفي حالات خاصة أيضاً نماذج فيزيائية.

لأجل المسائل المرتبطة بالمجاري المائية الطبيعية يكون حساب الجريان ثلاثي الأبعاد (3d) بواسطة الحواسيب الحديثة ذات القدرة العالية المتوفرة في الوقت الحالي مجديا فقط لبعض الحالات الخاصة، حيث تستخدم هذه النماذج (3d) لتحليل المشاكل المحلية في الأماكن التـــي تلعب التأثيرات ثلاثية الأبعاد دوراً هاماً، مثلاً في الحساب الدقيق والتحقق من علاقة التصريف والمنسوب في الفيضان أو للاختبار التفصيلي لتشكل الحفر حول أعمدة الجسور ورؤوس العرّاضات، و تشكل نماذج المحاكاة ذات البعد الواحد (1d) وذات البعدين (2d) طريقة اقتصادية لمهام هندسية عديدة لحل علاقات الجريان المستخدمة ووصفها.

أصبحت نماذج المحاكاة الرقمية – الهيدروديناميكية وسيطاً مساعداً لا يستغنى عنه

للاختبارات الاقتصادية المائية المختلفة في مجال المجاري المائية، واستخدامها متعدد الوجوه ويمتد تطبيقها من حساب انتشار أمواج الفيضان تلك الناجمة عن انهيار السدود عبر محاكاة التصريف والجريان في الفيضان والجريان في حالات الجفاف (الجريان الصيفي مثلاً في معظم البلدان العربية) وحتـــى حساب انتقال الرواسب والمواد الضارة، كما وتمثل المحاكاة الرقمية بديلاً ممكناً للتجارب المخبرية عالية التكلفة تقنياً وزمنياً، والنموذج الحاسوبـــي يكون غالباً أداة مثالية لتحليل سريع نسبياً ومعقول لظروف جريان عديدة.

ويجب أن تعطي المحاكاة الرقمية بالعلاقة مع طرح المسألة فكرة من خلال النقاط الآتية: حدود الغمر، زمن الغمر، مقدرة الدمار، أعماق الماء، توزيع التصريف مركز النهر – الشواطئ، تأثير التخزين، إجهادات السحب للقاع (جرف القاع)، ترسب المواد العالقة، نقل الرواسب، وغيرها.

1.8.4 الأسس النظرية لحساب منحنيات منسوب الماء

لوصف عمليات الجريان العامة توجد علاقات Navier-Stocks ثلاثية الأبعاد وعلاقة الاستمرار (Dvwk, 1999a)، وطالما أن الجريانات الموجودة في الواقع هي على الغالب ذات طبيعة اضطرابية فتجري النمذجة المستخدمة اليوم غالباً بعلاقات Reynolds، التـــي تفضل من خلال تقسيم معامل السرعة إلى قيم وسطية وتأرجحات اضطرابية في علاقات Navier-Stockes. تمكّن علاقات Reynolds للجريان من الحصول على تقريب جيّد أثناء وصف العمليات الفيزيائية، ومن الأسس المذكورة أعلاه يمكن إرجاع الدراسة من ثلاثية الأبعاد إلى دراسة ثنائية الأبعاد وحتـــى إلى أحادية البعد، مثل هذه التبسيطات شرحت في فصول سابقة وتحليلات مختلفة للجريان.

1.1.8.4 علاقات الماء الضحل (FWG)

ثمة نقطة انطلاق للنمذجة الرياضية ذات البعدين في عمليات الجريان العامة، حيث لحساب منحنـــي منسوب الماء وانتشار موجة الفيضان تمثل علاقات الجريان توسطية الأعماق ذات البعدين-2d، التـــي تعرف بعلاقات الماء الضحل (FWG)، وتنشأ هذه العلاقات من تكامل علاقة الاستمرار ثلاثية الأبعاد وعلاقات Reynolds وNavier-Stockes

للسوائل غير القابلة للانضغاط عبر عمق الماء وقبول توزيع الضغط الهيدروستاتيكي، وتوجد عدة صياغات والتـــي يمكن بموجبها كتابة هذه العلاقات (مثلاً صيغ متناظرة، عادية، محافظة، غير محافظة).

جميع الصياغات المذكورة سابقاً هي متكافئة رياضياً، طالما لا تعطي عدم استمرارية في الحل، وباعتبار أنه يمكن ظهور طبيعة جريان متخامد وسريع في نفس الوقت وبشكل خاص أثناء عملية انتشار السيول وكذلك عدم استمرارية تحولها (قفزة مائية) فيجب أن تستخدم هذه الضياعات كأساس لإنشاء نموذج الصياغة المحافظة لعلاقات الماء الضحل .(Abbott, 1979)

يمكن كتابة علاقات الجريان ذات البعدين -2d في شكل معاملات مختصرة بالشكل:

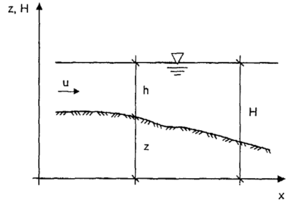
$$\frac{\partial w}{\partial t}+\frac{\partial f}{\partial x}+\frac{\partial g}{\partial y}+s=0 \qquad (98.4)$$

مع اعتبار:

$$w=\begin{bmatrix} H \\ uh \\ \upsilon h \end{bmatrix} \qquad f=\begin{bmatrix} uh \\ u^2h+0{,}5\,gh^2-\upsilon h\dfrac{\partial u}{\partial x} \\ u\upsilon h-\upsilon h\dfrac{\partial \upsilon}{\partial x} \end{bmatrix}$$

$$s=\begin{bmatrix} 0 \\ gh\,(I_{Ex}-(I_{Sx}) \\ gh\,(I_{Ey}-(I_{Sy}) \end{bmatrix} \qquad g=\begin{bmatrix} \upsilon h \\ u\upsilon h-vh\dfrac{\partial u}{\partial y} \\ \upsilon^2h+0{,}5\,gh^2-\upsilon h\dfrac{\partial \upsilon}{\partial y} \end{bmatrix}$$

نرمز هنا $H=h+z$ لمنسوب الماء فوق مستوي المقارنة (الشكل 76.4)، h هو عمق الماء، وu وυ هما مركبتا السرعة في اتجاه x وy وأما g فهي تسارع الجاذبية الأرضية، وυ هو معامل اللزوجة.



الشكل 76.4: رسم توضيحي للحملة.

ويتضمن الحد s ميول الاحتكاك (I_{Ex} وI_{Ey}) وميل القاع في الاتجاه x وy (I_{sx} وI_{sy}) والذي يعرف من تدرجات منسوب القاع z.

$$I_{Sx} = \frac{-\partial z}{\partial x}, \quad I_{Sy} = \frac{-\partial z}{\partial y} \qquad (99.4)$$

يجري حساب ميل الاحتكاك حسب علاقة Darcy-Weisbach (انظر العلاقة 43.4).

وتوجد طرق مختلفة لتحديد اللزوجة، على سبيل المثال استخدام لزوجة ثابتة (مقطع بعد مقطع) (LI and Falconer, 1995)، قانون لزوجة جبري أو تجريبي (Fischer etul.,1979) ونموذج اضطرابي (k- ε) (Beffa, 1994).

والسؤال هنا: ما هي العلاقات الواجب استخدامها؟ إن الجواب على هذا السؤال يتعلق بشكل أساسي بتعقيد المشكلة وكذلك بالزمن اللازم للحساب والبرمجة، الذي يجب أن يصرف في الطريق الصحيح، وعلى الرغم من التطورات الحديثة في النمذجة الاضطرابية لا توجد حتى الآن على سبيل المثال نماذج اضطرابية مختبرة وموثوق بها لمحاكاة انتشار أمواج السيول وتلك الناتجة عن انهيار السدود، لذلك يتم دوما المحاكاة لقسم كبير من الجريانات توسطية العمق بلزوجة ثابتة. علاوة على ذلك تبين الخبرة بأنه يمكن الوصول بالمعايرة الجيدة بعلاقة اللزوجة الثابتة (مقطع بعد مقطع) إلى نتائج قابلة للمقارنة مع نموذج اضطرابي. مع اعتبار أيضاً بأن اللزوجة تكون ثانوية في أغلب الاستخدامات العملية وبشكل خاص في انتشار أمواج السيول وتلك الناتجة عن انهيار السدود والتي يمكن أن تقدّر بشكل صحيح،

ولهذا تخدم علاقات تجريبية عديدة، بحسب الآلية المسيطرة للنقل المضطرب للدفع في المجال المدروس.

يمكن أن تستخرج علاقات الجريان أحادية البعد لحساب منسوب الماء أيضاً من علاقات الجريان ثلاثية الأبعاد عبر التكامل في مقطع الجريان، وبشكل مشابه للعلاقات ثنائية الأبعاد، توجد صيغ عديدة ممكنة لكتابة هذه العلاقات، وللحساب المستقر أحادي البعد يستخدم على الغالب الشكل الآتـــي لعلاقة برنو لي المعممة (BWK,1999):

$$\frac{1}{2g}\left(\alpha_{i+1}\frac{Q_{i+1}^2}{A_{i+1}^2}-\alpha_i\frac{Q_i^2}{A_i^2}\right)+H_{i+1}-H_i+h_v=0 \qquad (100.4)$$

حيث أن α يمثل معامل Boussinesq (معامل الطاقة)، بينما يتضمن ارتفاع الفاقد h_v إلى جانب فاقد الاحتكاك أيضاً الفواقد الأخرى التـــي تظهر على مسار الجريان بين المقاطع i و $i+1$، مثل الفاقد المحلي نتيجة لعوائق الجريان كالتعرجات وتغير الأبعاد الهندسية للمقطع (قارن مع العلاقة 36.4).

يمكن أن تكتب علاقات الجريان غير المستقر أحادية البعد في شكل معاملات مختصرة (محافظة) كالآتـــي:

$$\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=0 \qquad (101.4)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\alpha\cdot\frac{Q^2}{A}+P\right)=g\cdot A(I_{So}-I_E)+F_b \qquad (102.4)$$

لأجل قوة الضغط الهيدروستاتيكية:

$$P=g\int_0^h(h-z)b(z,x)\,dz \qquad (103.4)$$

ولقوة الدفع المنسوبة طولياً (أي القوة الجزئية التـــي تنشأ عبر تضايق المقطع وتوسعه):

$$F_b=g\int_0^h(h-z)\frac{\partial b}{\partial x}dz \qquad (104.4)$$

بينما يمثل b عرض المقطع كتابع لـــ (x, y).

2.1.8.4 طرق الحل العددية

على الرغم من الإرجاع إلى بعدين وحتـــى إلى بعد واحد من ثلاثة أبعاد تبقى مشكلة المعالجة العددية دوماً معقدة والصعوبات التـــي تظهر أثناء المحاكاة لعمليات الجريان في القنوات هي:

- الطبيعة اللاخطية جداً لعلاقات الماء الضحل (قليل العمق) (FWG)؛
- الظهور المتزامن لظروف الجريان الهادئ (المتخامد) والسريع في منطقة الاختبار؛
- الحلول غير المستمرة والتـــي تظهر كقفزات مائية وصدم؛
- عمليات غمر وحالات جفاف مع تأثيرات شديدة لسطح الأرض على جبهة الانتشار؛
- أشكال لسطح الأرض متغيرة جداً.

إلى جانب ذلك تنتج مشاكل أخرى استناداً إلى التشكيلات والفعاليات المختلفة المتواجدة ضمن منطقة الحساب على سبيل المثال: الجسور، الفتحات، الطرق، القنوات المكشوفة الترابية، السدات.

جميع هذه العوامل تشكل متطلبات صعبة جدا لكل طريقة حساب، والطرق الأخرى لحساب الجريانات توسطية الأعماق تلائم فقط الحالات البسيطة بسرعات جريان صغيرة وأعداد فرويد صغيرة ولا تمثل لهذا السبب الأداة المثلى لمثل هذه المحاكاة.

كثير من الطرق تصبح غير مستقرة أثناء الانتقال بين كل من الحالتين للجريان وتظهر تذبذبات عددية أو تقود إلى سرعة انتشار خاطئة لعدم الاستمرار الناشئ، واستناداً لذلك يستخدم بعض المؤلفين (على سبيل المثال DI Gimmarco et al. 1994) إلى الآن نموذجاً بسيطاً (علاقات الماء الضحل بدون عناصر نقل الحرارة، حساب مستقر وحيد البعد 1d) لكي نحصل على حل مستقر.

3.1.8.4 طرق الجريان المستقر غير المنتظم أحادي البعد

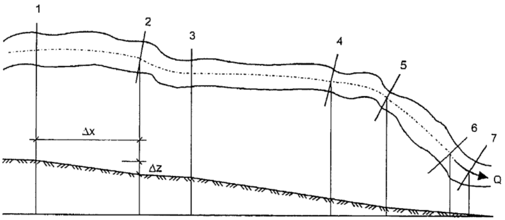
في الجريان الذي يكون تقريباً مستقراً وغير منتظم ينشأ بشكل مستمر تغير بطيء لمنسوب الماء على طول محور القناة من خلال تأثير الاحتكاك من الجدار والقاع، ويمكن من

علاقة برنولي للقناة ذات المقطع النظامي الثابت بالتفاضل حسب مسافة الجريان وضع المعادلة التفاضلية لمسار منحنـــي منسوب الماء بشكل مبسط:

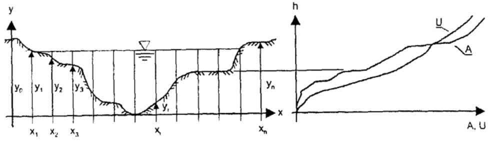
$$\frac{dh}{dx} = \frac{I_{So} - I_E}{1 - Fr^2} \quad [-] \qquad (105.4)$$

حيث أهملت بعض الحدود، على سبيل المثال معامل السرعة α، وقبول توزيع هيدروستاتيكي للضغط وميل صغير للقناة.

يمكن أن نكامل هذه العلاقة على سبيل المثال لقناة مستطيلة عريضة بميل قاع ثابت، حيث ينتج من ذلك حسب Presse العلاقة المسماة الدرجة السادسة، والتـــي منها يمكن أن يشتق سطح منسوب الماء المميز (مثلاً منحنيات الحجز والانخفاض لأجل القناة المنشأة). لا يمكن الانطلاق بعد ذلك من مقاطع جريان ثابتة لأجل القناة المنشأة بشكل غير منتظم والموجودة غالبا في الطبيعة، وكذلك يتغير ميل القاع تدريجياً أو بشكل غير تدريجي. لمثل هذه الحالة تقسم القناة بداية إلى مجالات محددة ملائمة والتـــي تتصف بوجود ظروف جريان تقريباً متماثلة (خشونة واحدة وميل واحد وقبول قيمة وسطية لمقطع الجريان) (الشكل 77.4).



الشكل 77.4: تقسيم مقطع جريان طبيعي إلى مجالات مميزة.

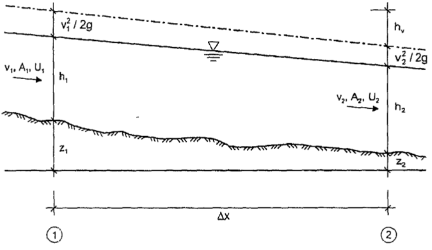


الشكل 78.4: مواصفات المقطع حسب عمق الماء

لكل مقطع من المقاطع يجب إن تكون مساحة المقطع A والمحيط المبلول U معروفة وذلك حسب عمق معروف للماء h (الشكل 78.4).

تمت الإشارة سابقاً أن ظروف الجريان تحسب بدءاً من الماء السفلي في حالة الجريان المتخامد، لذلك يكون مجدياً أن يجري الحساب عكس جهة الجريان، وبعكس ذلك يكون بالنسبة للجريان الجائش (المضطرب) حيث يبدأ الحساب مع اتجاه التيار حيث أن الظروف تتأثر بأعلى التيار. لذلك يعاد صياغة العلاقة (105.4) بالنسبة لـــ v، حيث يتم الوصول إلى تقارب أفضل للحل.

فيما يلي يعطى الاشتقاق لظروف الجريان المتخامد أي عكس جهة الجريان (المقاطع M-) وتشكل علاقة برنولي الأساس بين للمقطعين 1 و2 (الشكل 79.4):



الشكل 79.4 : رسم تخطيطي للحساب بالتقريب المتتالي لسطح منسوب الماء

$$h_1 + \frac{\upsilon_1^2}{2g} + z_1 = h_2 + \frac{\upsilon_2^2}{2g} + z_2 + h_v \quad [m] \tag{4.106}$$

بطرح فرق المنسوب للقاع $\Delta z = z_1 - z_2$ ينتج لأجل عمق الماء في المقطع 1.

$$h_1 = h_2 + \frac{1}{2g}(\upsilon_2^2 - \upsilon_1^2) - \Delta z + h_v \quad [m] \tag{4.107}$$

تنشأ فواقد الطاقة بشكل رئيسي عبر الاحتكاك (فواقد طولية مستمرة)، إضافة لذلك تأتـــي أيضاً فواقد الإعاقة والتسارع المحلية تبعاً لتغير مقطع الجريان.

$$h_v = \lambda \cdot \frac{\Delta x}{D_r}\frac{\upsilon_r^2}{2g} + \frac{(\upsilon_2 - \upsilon_1)}{2g} \quad [m] \tag{4.108}$$

وهنا تم تعويض القيم الممثلة للقطر الهيدروليكي $D_r = (D_1 + D_2)/2$ ولسرعة الجريان $\upsilon_r = (\upsilon_1 + \upsilon_2)/2$.

وبذلك نحصل على عمق الماء في المقطع 1 من الظروف المعروفة في المقطع 2:

$$h_1 = h_2 - \Delta z + \frac{\upsilon_2^2}{g} - \frac{\upsilon_r^2}{g}(1 - \frac{\lambda}{2}\frac{\Delta x}{D_r}) \pm \frac{(\upsilon_2 - \upsilon_1)}{g} \quad [m] \tag{4.109}$$

تصلح الإشارة الموجبة لمنحنـــي الحجز (التخزين) والسالبة لمنحنـــي الانخفاض (الهبوط). وباعتبار أن القيم الممثلة للمجال υ_r وD_r تكون في البداية غير معروفة، يجري الحساب بالتقريب، أي أنه لأجل عمق ماء مقدّر في المقطع 1 تحسب مبدئيا جميع المجاهيل في العلاقة (4 – 109)، بحيث أنه تنتج قيمة لعمق الماء h_1 والذي يحسّن حتـــى تتحقق العلاقة، ولتحقيق الغاية المرجوة يجرى هذا الحساب بواسطة برنامج حاسوبـــي (مثلاً البرنامج HEC2 of US Army Corps Engineers –USCE and Naudascher, 1992).

إن قيم الحساب التـــي ننطلق منها تحدد حسب الشروط في أسفل التيار وأعلى التيار(الطرف العلوي والسفلي للجزء المدروس) ولا يمكن أن تستخدم هذه الطريقة عند ظهور القفزة المائية أو تحول مفاجئ في الجريان في أي مكان من الجزء الجاري حسابه.

4.1.8.4 طرق الجريان غير المستقر

إن ظروف الجريان في المجاري المائية الطبيعية توصف كما تم توضيحه سابقاً، من خلال علاقات تفاضل جزئية غير خطية، ويكون الحل التكاملي أو التحليلي ممكناً فقط لظروف

مثالية، ويلزم للاستخدامات العملية حل عددي (رقمي)، حيث يجري هذا الحل حسب عملية تفصيلية.

في المراجع التقنية المختصة يمكن الاطلاع على الطرق التفصيلية الأساسية الآتية :(Leschziner, 1991)

- الفروقات المنتهية (FA) وبمساعدة سلاسل تايلور ومحددات التنظيم والشرائح ومحدد Hermite؛
- الحجوم المنتهية (FV) وبمساعدة محددات التقريب لكل نوع؛
- طريقة العناصر المنتهية (FE) لحساب التغيّر، طريقة Galerkin وطريقة مجموعة التربيعات الصغرى و طريقة Peterov-Galerkin وغيرها؛
- الطريقة التحليلية المنتهية (FA) بمساعدة طرق الحل التحليلية المحلية المرتبطة العددية؛
- طرق المميزات (CM) طرق طيفية (في مجال الأمواج).

على الغالب يتم استخدام الفرو قات المنتهية، الحجوم المنتهية، العناصر المنتهية، وطريقة المميزات (DVWK 1999c)، ومن خلال تقسيم علاقات الجريان يتم التمييز غالباً بين تقسيم المكان وتقسيم الزمن.

وغالباً ما يجري تقسيم الزمن باستخدام طريقة (FD) باتجاه الزمن ويمكن أن يتم إما بشكل صريح Explicit أو متضمناً Implicit، وتعطي الطريقة الصريحة عادة أفضلية في حساب العمليات غير المستقرة الشديدة (شديدة التغيير في الزمان والمكان).

في طريقة الفروقات المنتهية تقرب المشتقات غالباً من خلال التطوير في سلاسل تايلور، وتلائم طريقة الفروقات المنتهية بشكل جيد خاصة للشبكة الديكارتية المتساوية الأبعاد.

وتستخدم في طريقة الحجوم المنتهية (FV) العلاقات النهائية في صيغة تكامل فبعد التكامل عبر حجم محدد (المراقبة) وباستخدام صيغة التكامل لـــ Gauss يبقى فقط حساب التكامل السطحي، ويتكون ما يسمى الجريانات والتيارات الحرارية الانتشارية من خلال حدود الحجم المحدد (حجم المراقبة)، ولحساب هذا التكامل السطحي تدخل المحددات (1d ,2d) لدرجات ترتيب مختلفة بتقسيم المساحة المدروسة إلى أجزاء (ما يسمى Piecewise Polynomials)، وتتميز طريقة (FV) من خلال الصفة المحافظة (conservative

property) وينصح بها لذلك بشكل خاص لحساب الانتقالات غير المستمرة.

ويتم الحل التقريبـــي للمشكلة المطروحة في الطريقة (FE) أيضاً بمحددات مختلفة الدرجة وتعرّف هذه المحددات محليا للعناصر المستقلة، وتعرف عناصر هذه المحددات بشكل عام من عنصر إلى آخر وتحسب بحيث ينتج حل تقريبـــي جيد قدر الإمكان، كما تحسب القيم المجهولة للعوامل حسب حدود مختلفة والتـــي تقود إلى أشكال متعددة لـــ (FE).

في طريقة المتبقيات المثقلة يتم جعل تكامل الانحرافات المثقلة بين الحل الدقيق والحل التقريبـــي صغيراً، وتستخدم الطرق المختلفة توابع تثقيل متعددة.

تملك طريقة Gallerkin تابعاً تثقيلياً له نفس الشكل كما في تابع الإدخال، وتقود هذه الصياغة غالباً في المسائل الصعبة إلى تذبذبات في الحل التقريبـــي، لذلك تم في صياغة Petrov-Gallerinkin توجيه تابع التثقيل حسب اتجاه الجريان بينما تعطى النقاط باتجاه أعلى التيار تثقيل أكثر.

يزداد ارتباط الضغط – الجريان على الغالب في طريقة (FE) من خلال استخدام توابع إدخال مختلفة للضغط والسرعات، واستخدم Hood and Taylor (1974) على سبيل المثال التوسط ذا الأس أربعة (للأس 4) للسرعات والتوسط الخطي المضاعف للضغط، وطورت طريقة أخرى من قبل Baker (1983) في إطار صيغة Galerkin لمنع التذبذبات الرقمية التـــي تعرف كحالة ضعف لتايلور (Tailor – weak statement)، كما ويمكن الاطلاع على شرح كاف للطرق -FE المختلفة في (Pironneau 1989) و (Fletcher 1991).

تستخدم طريقة العناصر المنتهية كطريقة عامة جداً، ولكي يمكن الوصول للفروقات المنتهية أو طريقة الحجوم المنتهية كحالة خاصة لطريقة -FE باستخدام توابع تثقيل وإدخال متعددة.

تملك الطرق -FV و-FE الميزة بأنها يمكن أن تستخدم لأي شبكة تشكيل وبذلك يمكن أن تجري الملاءمة ببساطة أكثر على منطقة الحل وعلى المجالات النوعية للمشكلة.

في المسائل المعقدة جداً تتم متابعة اشتقاق المعلومات على طول المميزات (characteristics)، بينما يمكن أن يظهر عدم الاستمرار و الانتظام للحل على المميزات أو مشتقاتها، ويظهر عدم الاستمرار هذا فيزيائياً كأمواج مفاجئة كعدم استمرار – احتكاكي أو كظواهر أخرى،

لذلك ينصح لحل المشاكل المعقدة بالتكامل على طول المميزات.

إن استخدام إحدى هذه الطرق في الحالة ذات البعدين يمكن أن يكون معقداً جداً وصعباً، خاصة عندما توجد عدة قفزات مائية في نفس الوقت، ولكن طريقة المميزات هذه دقيقة جداً، وتخدم لذلك غالباً كمقياس للمقارنة مع الطرق العددية الأخرى (Gunge el al,1980) وكذلك لحساب القيم الطرفية بالارتباط مع الطرق الأخرى، وتحتوي دوماً الطرق الحديثة FD/FV وFE كثيراً من عناصر طريقة المميزات والتــي تدخل بأشكال مختلفة في الهيكل العددي.

وحسب (Molinaro 1992) توجد نماذج لوصف عمليات انتشار أمواج السيول على الترب المتغيرة بشدة والتــي هي ليست صحيحة ولا دقيقة بشكل كاف. وقد أظهرت الطرق المطوّرة حديثاً والتــي تم استخدامها قبل فترة وجيزة من عدة مؤلفين والمصنفة كطرق عالية الدقة نقاط ضعفها، وتطلق التسمية (طرق عالية الدقة) على ما نسميها High-Resolution Schemes، التــي تصف التحولات الحادة والقفزات المائية ضمن نقطة وحتــى ضمن نقطتين من الشبكة، ويكون من الضروري حالياً لحساب الجريانات على طبوغرافيا لا على التعيين إجراء ملاءمة أفضل لهذه الطرق كي نتوصل إلى نماذج أمينة ومختبرة للاستخدام العملي لها في مجال المجاري المائية الطبيعية.

2.8.4 مثال لاستخدام نموذج محاكاة ذي بعدين

فيما يلي سيتم شرح استخدام نموذج المحاكاة ذي البعدين Floodsim الذي طور في جامعة القوات الاتحادية في ميونخ كمثال لمحاكاة الجريان لنهر سالزاخ (Nujic', 1998).

يوجد نهر سالزاخ كما هو حال عدد آخر من الأنهار الألبية ضمن مجال الحت في غالبية مقاطعها، حيث ينتج من ذلك أن قاع النهر في آخر 50 سنة زاد عمقه في بعض الأمكنة حتــى 5m والسبب الرئيسي في الحقيقة المعللة أن النهر نفسه وروافده تقع فيما يسمى عجز في الرواسب (الإنشاءات في المجرى العلوي، حجز الرواسب في السدات) وبشكل خاص يتم تعويض الرواسب المفقودة من جرف القاع بواسطة التصاريف الكبيرة.

إضافة إلى ذلك حولت إجراءات الإنشاء على الضفاف بالعلاقة مع التضايقات وفصل

مساحات التخزين الطبيعية عبر حواجز الفيضان العالية في منطقة الشاطئ وتحويل التيار إلى شكل جريان في القناة، حيث ينتج تركيز للجريان وبذلك أيضاً قوة جر التـــي تسبب نقلاً كبيراً للرواسب، وأيضاً يسبب تقصير مسافة الجريان عبر إجراءات جعل المسار مستقيماً تأثيرات مشابهة. كما يجب أن يحسن تثبيت الشواطئ (الجوانب) بسبب القاع العميق وأيضاً يجب أن تراقب أعمدة الجسور وقواعدها بشكل خاص، ويحصل النهر بشكل متزايد على ميزة الوادي (Canyon) والذي له أيضاً التأثيرات السلبية المعروفة على منسوب المياه الجوفية وغابات الأودية.

لكي نحاكي ظروف الجريان في حالة غمر الجوانب ذات المساحات الكبيرة يلزمنا استخدام نموذج جريان ثنائي البعد توسطي الأعماق، ويجب أن تؤمن المحاكاة العددية غير المستقرة المعلومات حول النقاط الآتية:

- صعود ومسار موجة الفيضان؛
- مناسيب المياه الأعظمية في منطقة الاختبار؛
- حدود الغمر؛
- مناسيب المياه في أماكن القياس والمراقبة؛
- ظروف الجريان في منطقة الغمر؛
- انحسار موجة الجريان من المناطق المجاورة.

1.2.8.4 المعطيات الأساسية و عملية التقسيم

تمثل المعطيات الأساسية عاملاً مهماً في المحاكاة ثنائية البعد وهي أساسية لجودة النمذجة الكاملة، ويمكن أن تلخص المعلومات الضرورية للمحاكاة العددية عن سطح الأرض من المعطيات الآتية:

- نموذج تفصيلي لسطح الأرض بشبكة تربيع مساحية نقطية ومنتظمة (شبكة تربيع -DGM). (بشبكة 20m × 20m) مع حدود تغير معطاة لمنحنيات الضفاف، سلوك البرك، منشآت عرضية (مجال القشرة الأرضية)،
- إنشاء المقطع العرضي للمجاري المائية (المجال الحي)،
- مخططات موقع،

- مخططات للمكونات ومخططات تفصيلية فوق الجسور والهدارات وتدرجات القاع والعبارات والمنشآت الهامة الأخرى في التيار،
- استغلال سطح الأرض لتثبيت الخشونة.

يمكن تنفيذ الأعمال المساحية اليوم بأي دقة نريد، ولكن غالباً ما تكون لأسباب مالية مقتصرة على شبكة مساحية قياسية (-DGM) وبالحواف المحتملة للانهيار ولعدد محدود من المقاطع العرضية.

إن دقة الرفع والتجهيز تتعلق بشكل رئيسي بطرح المسألة، ولكن تتأثر غالباً بحركة مورفولوجيا النهر، أي بالتطور الزمنـــي لقاع المجرى، وهكذا تتطلب محاكاة الماء الضحل (القليل) دقة عالية ملحوظة لـــDGM أكثر من محاكاة الفيضان، ويرجع ذلك إلى أن تأثير الخطأ بالارتفاع على الحركة المائية يكون صغيراً مع تزايد عمق الماء.

إضافة إلى ذلك تلعب القنوات الصغيرة والحفر دوراً بسيطاً في حالة الفيضان مقارنة بحالة الماء الضحل. يكون تقسيم المنطقة كلها إلى عدد محدد من عناصر التقسيم ضرورياً لتنفيذ المحاكاة العددية (عملية التقسيم) ويمكن أن يكون التوزيع المختار مرتبطاً بشكل الحساب، من عناصر بثلاث زوايا أو أربعة أو عبر تجميع منهما.

لا ينصح اليوم بإنشاء شبكة حساب كاملة الأتمتة لأسباب عديدة، على سبيل المثال عبر تثليث-Delaunay، بسبب حصولنا على عدد كبير من نقاط العقد (حتـــى عدة ملايين من نقاط الشبكة) من جهة ومن جهة أخرى من وجهة نظر عددية يمكن أن ينشأ توزيع عناصر الشبكة (مثلث) بشكل غير متكافئ (مناسب) للحساب وحيث ينتج من ذلك إما عدم استقرار عددي أو عدم دقة في المحاكاة (Nujic' and Bechtler, 2001b).

يجب أن نتطلع بشكل عام إلى شبكة حساب يلائم شكلها كثيراً ليس فقط مسار الجريان بشكل موجة من الفيضان وإنما أيضاً سطح الأرض، وتشكيل العناصر بحيث أن كل منحنيات الانهيار المحتملة والمنشآت (شاطئ، طرق، حواجز وغيرها...) يتم تدوينها خلال الشبكة. ويجب كذلك أن توصف جميع المجالات الهامة للجريان من وجهة نظر عددية بدقة كافية وأخذ شبكة أدق (ذات أبعاد أقل).

بشكل خاص - يكون هاما لإنشاء النموذج - النقل الدقيق للبيانات الطبوغرافية لسطح الأرض من النموذج التفصيلي المعد لذلك (DGM) إلى نقط العقد لشبكة الحساب، وخلال

النقل غير الدقيق لارتفاعات سطح الأرض إلى شبكة الحساب يمكن أن تنتج أخطاء كبيرة في النموذج، ويخص هذا بشكل خاص ما يسمى حواف الانهيار المحتملة (مثلاً الحافة العليا لجانب مجرى النهر) والذي يلعب دوراً فعالاً في غمر الجوانب.

2.2.8.4 وصف مختصر لنموذج المحاكاة ذي البعدين Floodsim

لقد أعطي وصف تفصيلي لإمكانيات استخدام مجموعة البرامج Floodsim في (Bechtler et al. 1993)، وتم إجراء تحسين آخر للحل العددي في الفترة الماضية وتم نشره في 1994 Bechtler) et al) و(Nujic' 1995).

تستند الطرق العددية على حل علاقات الجريان توسطية العمق ذات البعدين المشروحة سابقا بطريقة الحجوم المنتهية (FV)، حيث يعمل نموذج Floodsim بشبكة حساب مكونة من عناصر مثلثية ورباعية، وان استخدام شبكة مركبة يمكّن من الملاءمة للمعطيات الهيدروديناميكية والطبوغرافية للمهمة المطلوبة، بذلك يمكن أن تتم الإحاطة بمسارات الضفاف والسدّات والمهارب بشكل سهل نسبياً وبدقة وهذا يمكن أن يلعب دوراً أساسياً في عمليات الجريان التـــي تمت نمذجتها.

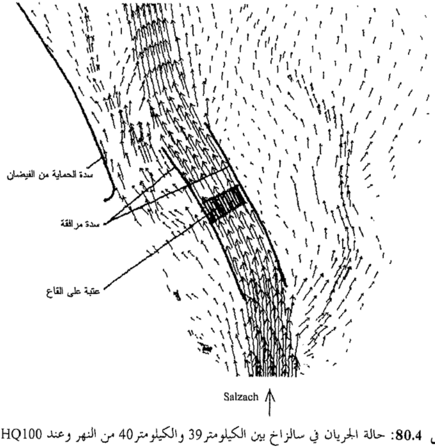
لقد توصل (Nujic' 1998) لحل مستقر ومتين خالٍ من التذبذبات العددية باستخدام النهر العددي من قبل Lax-Friedrichs-Donnor-Cell (LFDC). وبالعلاقة مع الحل المقترح للمتحولات المستقلة (*H, uh, vh*) وبالتقسيم الملائم لحدود ميل القاع من علاقة الدفع نحصل على دقة عالية لطيف واسع من ظروف الجريان ولسطوح أرض متغيرة بشدة، وتمكن الطريقة المطورة حديثاً مَن المحاكاة غير المستقرة والمحافظة على الحجم لانتشار أمواج السيول على سطح الأرض معقد بشروط مختلفة للجريان الخارج والداخل.

أثناء تطوير البرنامج تم بشكل خاص تحديد متطلبات (شروط) صعبة بحيث أن الطريقة تصف المواصفات الفيزيائية والرياضية لعلاقات الماء الضحل بدقة أو بشكل قريب من الدقة قدر الإمكان وبالتالي تحسين دقة التقريب العددي بشكل جوهري، وتم بذلك باستخدام طريقة -FV المحافظة على خاصية المصونية (الإنحفاظ) بدقة، ولهذا السبب يمكن أن تمثل العمليات الانتقالية غير المستمرة (قفزات مائية) بشكل دقيق في نماذج، كما وأنه يمكن أن توضع نماذج ناجحة للحوادث الطبيعية المعقدة وغير الخطية لـــ FGW بمساعدة التوسط –

ENO ، وهذا يقود إلى حل دقيق بدون تذبذبات عددية وقليل من عدم التقارب العددي في حساب العمليات الانتقالية غير المستمرة، يستخدم التوسط -ENO بالتنسيق مع النهر العددي -LFDG، بحيث أنه يمكن أن يتحقق التكافؤ مع العلاقة التـــي خضعت للنمذجة، وهذا هو شرط هام للنمذجة الناجحة على شكل أرض متغيرة جداً كما يرد غالباً في الواقع العملي.

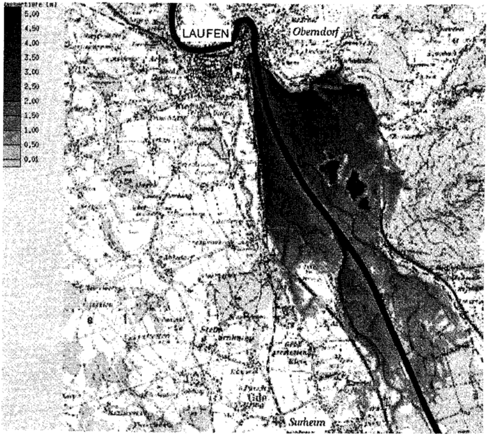
3.2.8.4 النتائج المميزة

تنفذ المحاكاة لحوادث الفيضان المحددة على نهر السالزاخ (Salzach) سواء للحالة الحالية أو لاختبار سلوك التدابير المحتملة من جهة التحمل الايكولوجي والحماية من الفيضان، ويبين الشكل (80.4) جزءاً من حالة جريان معقدة جدا أثناء الجريان المحيط بجزء منحدر مصمم ولحادثة فيضان تتكرر مرة كل مائة سنة.



الشكل 80.4: حالة الجريان في سالزاخ بين الكيلومتر39 والكيلومتر40 من النهر وعند HQ100 لحالة التصميم لجزء من القاع بوجود رمية.

في إطار اختبار المقترحات تم تحسين مجموعة أودية المجاري المائية بشكل قنوات مائية جانبية متعددة لسالزاخ والتـــي يجب أن تحسن الوظيفة الايكولوجية لجملة المجاري المائية الموجودة، وتكون نمذجة حالة الجريان خلال الماء الأدنى (في فصل الجفاف) ذات أهمية خاصة وتتطلب حلاً دقيقاً وملاءمة أفضل للشبكة بالمقارنة مع محاكاة الفيضان العددية، ويمكن أيضاً أن تنفذ ملائمة حقيقية فقط من خلال استخدام شبكة مركبة (مثلثة ومربعة)، وتمت الإحاطة بالمسافة المختبرة بطول 60 km تقريباً عبر 150000 نقطة من الشبكة وعرض حلقة بين .5 m- 50 m



الشكل **81.4**: الامتداد الأعظمي لتجاوز الشواطئ خلال $HQ50$ و($Q = 2900 m^3/s$) في السالزاخ في منطقة Freilassing لحالة جريان ذي بعدين بالنموذج Floodsim.

يبين الشكل (81.4) الامتداد الأعظمي لتجاوز الشواطئ أثناء حادثة فيضان ذات 50 عام للسالزاخ في مجال حوض Freilassing للحالة الموجودة الآن، وتسمح إمكانيات تخيل وإخراج الصورة الحديثة بالتحديد الدقيق والوصف الواقعي للمجال المغمور، وتمكن بذلك ليس فقط من التصميم المحسن وإنما أيضاً تنفيذ إجراءات الحماية من الفيضان.

3.8.4 التوجهات المستقبلية

إلى الآن يمثل حساب منحنيات سطح الماء الحجر الأساس في النمذجة أحادية البعد، غير أنه واستناداً إلى تطوير أفضل لطريقة حساب ذات بعدين وتوفر حواسيب سريعة فانه تستخدم في الواقع العملي نماذج ذات بعدين (2d) لاستثمار الموارد المائية.

وهدف الاستخدام المستقبلي لنماذج محاكاة ذات بعدين في مجال المجاري المائية الطبيعية هو التجهيز الأوتوماتيكي الكامل لشبكة الحساب ونقل البيانات الأساسية وبشكل خاص البيانات الطبوغرافية المتعلقة بسطح الأرض، خطوة هامة باتجاه التحديث الأوتوماتيكي للشبكة والإخراج الطبوغرافي للمحاكاة العددية الهيدروديناميكية ذات الأبعاد الثلاثة أو ثنائية الأبعاد هو تطوير حواسيب أسرع من الموجودة، ويمكن أن يتحقق تخفيض إضافي للكلفة اللازمة لتجهيز شبكة الحساب من خلال التطوير المستمر لطرق المحاكاة العددية السريعة والسليمة بمراقبة الخطأ أوتوماتيكيا وسيكون تطوير طرق تقويم جديدة (Software) للتحديد الأوتوماتيكي لحدود الانهيار المحتملة ولاصطفاء البيانات، تكون في زمن قريب مساهمة جوهرية للتحديد المناسب مادياً (DVWK,1999a).

5. الأسس الجيوتكنيكية والهيدروجيولوجية

WERNER RICHWIEN

تحدد المعطيات الجيوتكنيكية والهيدروجيولوجية لمنطقة ما تأثيرات حوادث الفيضان بشكل حاسم، فالتربة تخزن تصاريف الفيضان وهي وسط انتقال المياه الجوفية ويمكن أن تكون بنفس الوقت المواد الإنشائية للحماية من الفيضان، ولا يمكن أن نقيّم التأثير المتبادل بين الفيضان والتربة إلا بتقييم صحيح لأنواع الترب الموجودة وتقييم مواصفاتها من وجهة نظر ميكانيك التربة ومواصفاتها الهيدروجيولوجية.

1.5 أنواع الترب ومواصفاتها الهامة

توصف أنواع الترب كما هو وارد في الجدول (5-1) حسب DIN 4020 الجزء (1)، وتم تعريف مصطلحات طبقة الأساس ومواد البناء في DIN4020 (انظر الجدول 5-2).

الجدول 1.5: التوصيف حسب DIN4020 الجزء (1)

المصطلح	المواصفات (التعريف)
الصخر	خليط ذو منشأ معدنـــي ومتماسك بشدة متصلب من نوع واحد أو عدة أنواع من العناصر.
أنواع الصخور	الصخور الماغماتية (صخور عميقة واندفاعية): بازلت، دياباز، غرانيت وغيرها.. الصخور الرسوبية (صخور حطامية، رسوبيات كيميائية، ترسبات عضوية وغير عضوية) دولوميت، الصخر الكلسي، الصخر الرملي، الجير وغيرها الصخور الاستحالية (صخور متحولة ميكانيكيا أو حراريا): الغنايس، المرمر، الميكا.
التربة	الجزيئات المعدنية وغير العضوية والصخور الرخوة المتكونة من فراغات ومسامات.
الجلمود (الجلاميد)	خليط من الصخور ذات النوع الواحد أو أكثر من نوع وقابلة للتفتت عبر سطوح منفصلة.

الجدول 2.5: التوصيف حسب DIN4020

المصطلح	التعريف
طبقة الأساس	تربة أو صخر يتم تأسيس المنشأة عليها أو التـــي تفرش تحتها أو التـــي يتم التأثير عليها بإجراءات إنشائية
مواد البناء	تربة أو صخر يتم استخدامها في المنشأ أو في جزء منه.

2.5 تقسيم أنواع الترب

إن الترب التـــي يمكن التعرف على حباتها المنفصلة بالعين المجردة هي (الرمل، الحصى، زلط) وتسمى حبات خشنة وهي غير مترابطة (غير متماسكة)، نوع عناصرها على الغالب هو الكوارتز ويمكن أن تميز الحبات حسب حجمها (توزيع حجم الحبات) وشكل الحبة، وأصغر حجم حبة هو تقريباً 0.02 mm.

والترب التـــي لا يمكن تمييز حباتها المنفردة بالعين المجردة (السيليت، الطين) تسمى حبات ناعمة ومترابطة. الترب غير المتماسكة لا تملك متانة ذاتية، بينما تكوّن الترب المتماسكة وسطاً مستمراً غنيا بالفراغات المسامية ومتماسكاً، لقد صنّفت الترب حسب حجوم حباتها في DIN4022 الجزء (1)، وأعطيت في الجدول (5-3).

الجدول 3.5: تقسيم وتسمية الترب (DIN4022 الجزء (1)) .

المجال	التسمية	الرمز	ألعاد الحبات (mm)
مجال الحبات الخشنة (فتحة المنخل)	كتل صخرية	Y	>200
	حجارة	X	>63-200
	حبات حصوية	G	>2-63
	حصى خشن	gG	>20-63
	حصى متوسط	mG	>6.3-20
	حصى ناعم	fG	>2.0-6.3
	حبات رملية	S	>0.006-2.0
	رمل خشن	gS	>0.6-2.0
	رمل متوسط	mS	>0.2-0.6

	رمل ناعم	f S	>0.06-0.2
مجال الحبات الناعمة:	حبات السيليت	U	>0.002-0.06
(حبات الأوحال)	سيليت خشن	g U	>0.02-0.06
	سيليت متوسط	m U	>0.006-0.02
	سيليت ناعم	f U	>0.002-0.006
	حبات الطين (الأنعم)	T	<0.002

من توزيع حجم الحبات يمكن أن نستنتج معامل عدم التجانس U كعدد قياسي توصيفي

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad [-] \qquad (1.5)$$

d_{60} قطر الحبات الموافق لمرور 60% من العينة وزنا من الغربال [m].

d_{10} قطر الحبات الموافق لمرور 10% من العينة وزنا من الغربال [m].

من ذلك تم استنتاج التسميات المعطاة في الجدول (5-4).

تكون الترب المتجانسة غالبا غنية بالفراغات وغير قابلة للانضغاط، بينما تكون الترب غير المتجانسة تربا خليطه من عدة أنواع من الترب وتنتج عادة بفعل الجرف والترسيب وتسمى من وجهة نظر ميكانيك التربة حسب مكوناتها الرئيسية والثانوية، ويشكل نوع من التربة الجزء الرئيسي في هذا الخليط حسب الجدول (5-3) عندما يستطيع هذا الجزء إظهار المواصفات الرئيسية للتربة وبالتالي يمكن القول:

- حصى رملي: تظهر المواصفات الأساسية عبر الحصى،
- رمل حصوي: تظهر المواصفات الأساسية عبر الرمل.

إلى جانب التوصيف من وجهة نظر ميكانيك التربة توجد توصيفات وتسميات معروفة أيضاً في اللغة الدارجة والتـــي تنسب إلى نشأة التربة (أنظر الجدول 5-5).

الجدول 4.5: تسميات الترب غير المتماسكة

عامل عدم التجانس U	حسب DIN 1054	حسب الوجيز في المنشآت المطمورة
متجانسة	U < 3	U < 5
غير متجانسة	3 ≤ U ≤ 15	5 ≤ U ≤ 15
غير متجانسة جدا	U > 15	U > 15

الجدول 5.5: توصيف الترب حسب نشأتها

نوع التربة	التوصيف حسب المنشأ
لوم الوديان	التربة الناتجة والمختلطة من خلال عمليات الترسيب في مناطق الغمر والتي تتكون من السيليت والرمل الطيني.
مارل رسوبي	تربة من العصر الجليدي نشأت من التوضعات المتماسكة والحاوية على الجير وتتكون من كتل منفصلة وسيليت وطين وهي تشكيلات غير منتظمة.
لوم رسوبي	يماثل المارل الرسوبي ولكن تم غسل الكلس منه.
اللوس	رواسب متجانسة ناعمة جدا يغلب عليها السيليت والرمل الناعم كما تحتوي على قدر كبير من الكلس.

لقد تم تصنيف الترب لغايات تقنية إنشائية حسب أجزائها الرئيسية (DIN18196)، للترب ذات الحبات الخشنة تصلح الرموز الاصطلاحية التالية:

G حبيبة حصى

S حبيبة رمل

E متدرجة بشكل ضيق

W متدرجة بشكل واسع

I متوسطة التدرج

يرمز تعاقب الحروف SW على سبيل المثال للرمل واسع التدرج بينما تأخذ الترب المختلطة بمساهمة كمية للحبات الناعمة حتى إلى 15% الرمز المختصر:

U السيليت،

T الطين.

ويتم الرمز إلى قيمة الكتلة ذات الحجم الواقع بين 15 وحتى 40% بواسطة خط عرضاني فوق الحرف (مثلا الرمز $\bar{U}$ لأجل قيمة كتلة السيليت تتراوح بين 14%-15%) وهكذا يصف تعاقب الحروف S و $\bar{T}$ الرمل مع كمية مرتفعة من الطين. كما يتم الرمز إلى مواصفات اللدونة بالرموز المختصرة:

L لدونة بسيطة ($w_L < 0.35$)

M لدونة متوسطة ($0.35 \le w_L \le 0.5$)

A لدونة ظاهرة ($w_L > 0.5$)

وتتضمن الفقرة 5-2-3 معلومات إضافية عن w_L ومواصفات اللدونة للترب.

كذلك يتم الرمز للأجزاء العضوية بالرمز المختصر O، ويمكن أن تتكون الترب العضوية بكاملها من أجزاء عضوية أو تتضمن مواد عضوية (فيزيائياً وكيميائياً من بقايا الأحياء النباتية والحيوانية المنقولة) كأجزاء، ومن المعتاد أن يكون التوصيف والتوزيع كما هو موضح في الجدول (5-6).

الجدول **6.5**: الترب العضوية حسب DIN4022 الجزء (1)

نوع التربة	التوصيف
تورب	مكونات عضوية نباتية خالصة
وحل	في مناطق مصب المجاري المائية يتكون من بقايا حيوانية ونباتية مع أجزاء معدنية.
دبال	بقايا نباتية، عضويات حية ومخلفاتها تشكل مع أجزاء غير عضوية سطح التربة.
طمي	وحل طيني مخلوط بمواد عضوية، سيليت ورمل ناعم مترسب على المجاري المائية، غالباً في ماء مالح.
صلصال	ترسبات من الطمي متصلبة وقديمة.

3.5 مواصفات الترب

لقد تم شرح مواصفات الترب بأعداد قياسية لميكانيك التربة وفيما يأتـــي شرح لأهمها:

1.3.5 الكثافة، المسامية، المحتوى المائي والوزن النوعي

إن كثافة الحبات ρ_s هي الكثافة الخام للجزء الصلب من التربة، وتحسب كنسبة للكتلة الجافة m_d إلى حجم الحبات V_k

$$\rho_s = \frac{m_d}{V_k} [g/cm^3] \qquad (2.5)$$

وأعطيت القيم النوعية لكثافة الحبات في الجدول (5-7).

والكثافة الرطبة ρ تساوي إلى الكتلة m للعينة الرطبة مقسومة على الحجم V بما فيه المسامات المملوءة

$$\rho = \frac{m}{V} \quad [g/cm^3] \qquad (3.5)$$

والكثافة الجافة ρ_d تساوي إلى الكتلة m_d للعينة الجافة مقسومة على الحجم V بما فيه المسامات المملوءة

$$\rho_d = \frac{m_d}{V} \quad [g/cm^3] \tag{4.5}$$

والعلاقة بين ρ وρ_d هي:

$$\rho_d = \frac{\rho}{(1+w)} \left[g/cm^3\right] \tag{5.5}$$

حيث w هو المحتوى المائي ويساوي إلى نسبة كتلة الماء m_w في المسامات إلى الكتلة m_d ويعرف بالعلاقة:

$$w = \frac{m_w}{m_d} \tag{6.5}$$

يمكن اشتقاق المسامية (نسبة المسامات) n، ونسبة الفراغ (العدد المسامي) e من الكتل النوعية ρ_d وρ_s

$$n = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} \quad [-] \tag{7.5}$$

$$e = \frac{n}{(1-n)} \quad [-] \tag{8.5}$$

الجدول 7.5: كثافة الحبات لبعض أنواع الترب

نوع التربة	كثافة الحبات ρ_s (g/cm^3)
الرمل (كوارتز)	$\rho_s = 2,65$
الحصى	$2.65 \le \rho_s \le 2.70$
السيليت	$2.65 \le \rho_s \le 2.68$
الطين	$2.70 \le \rho_s \le 2.75$
البازلت	$2.90 \le \rho_s \le 3.00$
الترب العضوية	$1.10 \le \rho_s \le 2.50$

يكون الجزء من المسامات المملوء بالماء n_w ($\rho_w = 1g/cm^2$)

$$n_w = \rho_d \cdot \frac{w}{\rho_w} \quad [-] \tag{9.5}$$

والجزء من المسامات n_a المملوءة بالهواء

$$n_a = n - n_w \; [-] \qquad (10.5)$$

إن درجة الإشباع S_r تعطي الجزء الذي يمثل المسامات المملوءة بالماء

$$S_r = \frac{n_w}{n} \quad [-] \qquad (11.5)$$

مما تقدم من القيم المعرفة يمكن أن يحسب الوزن النوعي γ_s للترب، وهنا يمكن أن نميز التعاريف الآتية (الوزن النوعي للماء $\gamma_w = 10\ kN/m^3$, $g \cong 10\ m/s^2$):

الوزن النوعي للحبات: $\gamma_s = \rho_s \cdot g$ $[KN/m^3]$ (12.5)

الوزن النوعي للتربة الرطبة: $\gamma = (1-n)(1+w)\gamma_s$ $[KN/m^3]$ (13.5)

الوزن النوعي للتربة تحت ظاهرة الرفع المائي: $\gamma' = (1-n)(\gamma_s - \gamma_w)$ $[KN/m^3]$ (14.5)

الوزن النوعي الجاف: $\gamma_d = (1+w)\,\gamma$ $[KN/m^3]$ (15.5)

الوزن النوعي للترب المشبعة بالماء: $\gamma_r = (1-n) \cdot \gamma_s + n \cdot \gamma_w$ $[KN/m^3]$ (16.5)

2.3.5 التوضع الأكثر كثافة والأكثر تفككا، كثافة التوضع (الكثافة الخام)

تحسب كثافة التوضع D للترب غير المتماسكة بواسطة المسامية الأعظمية $max.n$ التي تحسب تجريبيا في حالة التوضع الأكثر تفككاً والمسامية الدنيا $min.n$ في حالة التوضع الأكثر كثافة بالعلاقة مع المسامية الحالية n:

$$D = \frac{(max.\,n - n)}{(max.\,n - min.\,n)} \quad [-] \qquad (17.5)$$

من خلال ذلك تم استنتاج المواصفات المعطية في الجدول (5-8).

الجدول 8.5: تصنيف كثافات التوضع

كثافة التوضع	نوع التوضع
$D < 0.15$	مفكك جداً
$0.15 \le D \le 0.3$	مفكك
$0.3 \le D \le 0.5$	كثافة متوسطة
$0.5 \le D \le 0.75$	كثيف
$D > 0.75$	كثيف جداً

في المراجع العلمية يتم على الغالب استخدام كثافة التوضع النسبية I_D

$$I_D = \frac{(\max.e - e)}{(\max.e - \min.e)} \quad [-] \qquad (18.5)$$

لا توجد علاقة قابلة للاشتقاق مباشرة بين D و I_D ولكن كتقريب يصلح:

$$I_D \cong 1{,}1 \cdot D \; [-] \qquad (19.5)$$

عدد قياسي آخر لتقييم الترب غير المتماسكة هو القابلية للرص I_f:

$$I_f = \frac{(\max.e - \min.e)}{\min.e} \quad [-] \qquad (20.5)$$

هذا العدد القياسي له معنـــى فقط للمقارنة، حيث أنه كلما كانت I_f أكبر كلما كانت التربة قابلة للرص بسهولة، ولقد أعطيت القيم النموذجية المعروفة في الجدول (5-9).

الجدول 9.5: قابلية التكثيف (الرص) للترب (TERZAGHI,1925)

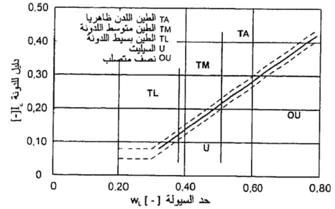
نوع التربة	قابلية التكثيف
رمل كوارتزي	$I_f = 0.5$
رمل شاطئي ناعم	$I_f = 0.55$
رمل ناعم جداً	$I_f = 0.66$
رمل لهري	$I_f = 0.71$

3.3.5 القوام (التماسك)

يتم تقييم الترب المتماسكة حسب تماسكها أو قوامها، وهذا يتم الحصول عليه تجريبياً لحدود الحالة (حدود أتربرغ: حد السيولة w_L، حد اللدونة w_P، حد التقلص w_S.

الجدول 10.5: أشكال الحالة للترب المتماسكة

دليل قوام التربة I_c	التوصيف
$I_c < 0$	سائل
$0 \leq I_c \leq 0.5$	مهروس
$0.5 \leq I_c \leq 0.75$	طري
$0.75 \leq I_c \leq 1.0$	قاسي
$I_c > 1.0$	نصف متصلب



الشكل 1.5: منحنـــي اللدونة حسب غاساغراندي

ويكون دليل قوام التربة:

$$I_c = \frac{(w_L - w)}{(w_L - w_p)} = \frac{(w_L - w)}{I_p} \quad [-] \qquad (21.5)$$

I_p دليل اللدونة $w_L - w_p = [-]$

w المحتوى من الماء (الرطوبة) [–]

w_L حد السيولة [–]

w_p حد اللدونة [–]

بهذا تنتج التوصيفات المعطاة في الجدول (5-10) لأشكال تواجد الترب المتماسكة.

يصف حد التقلص w_s المحتوى المائي عند الانتقال من شكل الحالة نصف الصلب إلى الحالة الصلبة ، تلائم الترب المتماسكة كترب تأسيس عندما تكون على الأقل متصلبة.

بمساعدة حد اللدونة I_p وحد السيولة w_L يمكن أن يفصل السيليت من الطين وتصنف أنواع التربة حسب مواصفات اللدونة (الشكل 5-1).

4.3.5 النفاذية المائية

يتم شرح سرعة الرشح v للترب غالبا بقانون الرشح الخطي حسب دارسي الذي يكتب بالشكل

$$\upsilon = k_f \cdot i \ [\text{m/s}] \qquad (22.5)$$

الجدول 11.5: درجات نفاذية الترب

النفاذية (m/s)	التوصيف
$k_f \le 10^{-8}$ m/s	ضعيفة النفاذية جداً
10^{-8} m/s $\le k_f \le 10^{-6}$ m/s	ضعيفة النفاذية
10^{-6} m/s $\le k_f \le 10^{-4}$ m/s	نفوذة
10^{-4} m/s $\le k_f \le 10^{-2}$ m/s	شديدة النفاذية
$k_f \le 10^{-2}$ m/s	شديدة النفاذية جداً

يسمى العامل k_f بمعامل نفاذية الماء ويمثل سرعة الرشح عند تدرج هيدروليكي $i = 1$، والتدرج الهيدروليكي i هو حاصل القسمة بين فرق المنسوب بين نقطتين على مسافة الجريان بين هاتين النقطتين، وسرعة الرشح υ هي قيمة حسابية منسوبة إلى كامل المقطع.

ويكون قانون الرشح بالعلاقة مع التدرج الهيدروليكي صالحاً فقط للرمل الناعم وحتى السيليت الخشن ولكنه يستخدم أيضا للطين بشكل ملائم (الجزء 1 DIN 18 130).

لغايات إنشائية تقنية تقسم الترب حسب DIN 18 130 الجزء (1) إلى خمس درجات من النفاذية (الجدول 5-11).

يمكن أن تحسب قيم k_F تجريبياً في المخبر ويمكن أن تكون ليست دقيقة لأسباب مختلفة (RICHWIEN and LESNY,2000)، وتحسب بدقة مشابهة من منحني التدرج الحبي .

$$k_f = (1 - 1{,}5) \cdot d_{10}^2 \quad [\text{m/s}] \qquad (23.5)$$

k_f معامل النفاذية (m/s)،

d_{10} القطر الحبي الفعال عند مرور 10% من الحبات [cm].

تحسب قيم k_f المقبولة في الموقع من تجارب الضخ، وتكون قيم k_f في الترب بتوضعها الطبيعي متعلقة جداً باتجاه التوضع ويمكن أن تكون قيمة k_f للجريان الأفقي أكبر حتى بمائة ضعف من الاتجاه الرأسي.

5.3.5 المواصفات الميكانيكية للترب

أثناء أعمال التأسيس يجب أن يتم تقييم متانة وسلوك تشوهات الترب، تحدد المتانة (المقاومة) عبر بارامترات القص φ'، c'

$$\tau = c' + \sigma' \cdot \tan \varphi' \; [\text{KN/m}^2] \qquad (24.5)$$

τ مقاومة القص [kN/m^2]،

c' التماسك الفعّال [kN/m^2]،

σ' الإجهاد الفعال [kN/m^2]،

φ' الزاوية الفعالة للاحتكاك الداخلي (°).

في الترب المتماسكة المشبعة يمكن أن يفعّل الاحتكاك بالكامل (بكامل المحيط) عندما تتوطد التربة بشكل كامل، إن مقاومة القص في الحالة غير الموطدة يسمى بمقاومة القص غير المشوهة والمحتفظة بمائها c_u [kN/m^2] وتكون هذه هي مقاومة القص التـــي تملكها التربة في الواقع قبل أن تأخذ أية مقاومة قص إضافية عبر التحميل الإضافي والتوطيد، تسمى المقاومة غير المشوهة والمحتفظة بمائها c_u لذلك بمقاومة القص البدائية أيضاً.

تحسب تغيرات الشكل للترب (الهبوط) من تغيرات الإجهاد $\Delta\sigma$، وعبر معامل القساوة E_s.

$$s_i = \frac{\Delta\sigma \cdot h_i}{E_{si}} \quad [m] \qquad (25.5)$$

S_i هبوط طبقة التربة i [m]،

$\Delta\sigma_i$ تغير الإجهاد المتوسط في طبقة التربة i [kN/m^2]،

h_i سماكة طبقة التربة i [m]،

E_{si} معامل القساوة [kN/m^2].

يحسب معامل القساوة E_s في تجربة الانضغاط، بواسطة هذه التجربة يتم قياس علاقة الهبوط مع الزمن، ويصلح هنا أن نقول أنه في حالة التربة ناعمة الحبات يخف الهبوط بعد زوال الإجهاد بمدة طويلة.

6.3.5 أصناف التربة

تقسم التربة إلى سبع درجات لأجل التقييم الإنشائي للتربة (الجدول 5-12)

الجدول 12.5: أصناف الترب والصخر (DIN 18196)

الدرجة	التوصف
1	التربة السطحية ، الترب الأم،الدبال
2	أنواع الترب السائلة، سائلة، مهروسة H N,HZ,F ترب ناعمة الحبات مع بعض الكمية العضوية بـــ $I_c < 0.5$ OU,OT,OH,OK ترب بخليط من الحبات SU,ST,GU,GT.
3	أنواع تربة سهلة االتفكك رمل، حصى، حجارة $< 0.01\ m^3$
4	أنواع تربة متوسطة الصعوبة في التفكك 15 Gew.- % < 0.05 mm
5	أنواع تربة صعبة التفكك مثل الدرجة 3، 4 بأكثر من 30% من الحجارة $< 0.01\ m^3$
6	صخر سهل التفكك الصخر المتشقق، أكثر من 30% من الحجارة $< 0.1\ m^3$
7	صخر سهل التفكك حجارة تزيد عن حجم $0.1m^3$

في الواقع الإنشائي العملي يتم التمييز بين الدرجات 6,7 كما يأتي، فعندما يكون لدينا آلة حفر باغر ثقيل (بقوة شق 100 kN) ورفش الباغر يمكن أن يملأ بشكل كامل من الحجارة عبر ضربة واحدة منه نقول أنه لدينا صخر من الدرجة 6، وعندما نحتاج إلى تفكيك الصخر أي عبر التفجير أو عبر الأسافين أو إحداث الشقوق بمعدات ثقيلة وانتزاعها بشفرة الباغر نقول انه لدينا صخر من الدرجة 7. أثناء إنشاء سدات الحماية من الفيضان تستخدم الترب من الدرجات 3 و4 وفي الحالات الاستثنائية أيضا الدرجات 2 و5.

الجدول 13.5: القيم المميزة للتربة/قيم ناتجة عن الخبرة (EAU,1990)

نوع التربة	الوزن النوعي		الصلابة النهائية		الصلابة البدائية (a)	عامل القساوة
	للتربة الرطبة	للتربة الخاضعة للرفع	زاوية الاحتكاك الداخلية	التماسك (التلاصق)	التماسك للتربة غير المصرفة	
	cal γ kN/m^3	cal γ' kN/m^3	cal φ' in °	cal c' kN/m^2	cal c_u kN/m^2	cal E_s MN/m^2
الترب غير المتماسكة						
رمل، مفكك، مدور	18	10	30	–	–	20–50
رمل، مفكك، بزاويا	18	10	32,5	–	–	40–80
رمل، متوسط الكثافة، مدور	19	11	32,5	–	–	50–100
رمل، متوسط الكثافة، غير مدور	19	11	35	–	–	80–150
حصى بدون رمل	16	10	37,5	–	–	100–200
زلط طبيعي، حاد الحواف	18	11	40	–	–	150–300
رمل كثيف، غير مدور	19	11	37,5	–	–	150–250
الترب المتماسكة			قيم خبرة من شمال ألمانيا للعينات غير المخربة			
طين نصف صلب	19	9	25	25	50–100	5–10
طين، ثقيل، لدن، قاسي	18	8	20	20	25–50	2,5–5
طين، خفيف، لدن، طري	17	7	17,5	10	10–25	1–2,5
مارل رسوبي، صلب	22	12	30	25	200–700	30–100
لوم، نصف صلب	21	11	27,5	10	50–100	5–20
لوم طري	19	9	27,5		10–25	4–8
سيليت	18	8	27,5		10–50	3–10
وحل، فقير بالطين، طري عضوي	17	7	20	10	10–25	2–5
وحل، عضوي بشدة، غني بالطين	14	4	15	15	10–20	0,5–3
دبال	11	1	15	5	–	0,4–1
دبال خاضع إلى حمولة مسبقة نسبية	13	3	15	10	–	0,8–2

cal φ` قيمة حسابية لزاوية الاحتكاك الداخلي في الترب المتماسكة وغير المتماسكة

calc′ قيمة حسابية للتماسك حسب φ`

$Calc_u$ قيمة حسابية لمقاومة القص من التجارب غير المشوهة والمحتفظة بمائها في الترب المتماسكة المشبعة.

[a]زاوية الاحتكاك الداخلي ذات العلاقة التـي يجب أن تؤخذ بـ φ`u =0

7.3.5 قيم الخبرة لمواصفات التربة وعلاقاتها المتبادلة

لأجل التصاميم الأولية يمكن أن تؤخذ القيم المميزة لمواصفات التربة الهامة كقيم حسابية (الجدول 5-13) وتتضمن الجداول 5-14 و5-16 قيم الخبرة الأخرى.

الجدول 14.5: المسامية n والعدد المسامي e لبعض أنواع الترب (GRASSHOF et al.,1982)

نوع التربة	المسامية n [–]	العدد المسامي e [–]
وحل متعفن ودبال	0,70 - 0,90	2,33 – 9,00
توضعات طينية حديثة جيولوجيا	0,60 – 0,80	1,50 – 4,00
طين طري	0,50 – 0,70	1,00 – 2,33
طين قاسي	0,35 – 0,50	0,54 – 1,00
طين صلب	0,20 – 0,35	0,25 – 0,54
لوم ومارل رسوبي	0,25 – 0,30	0,33 – 0,43
الرمل المنتظم	0,30 – 0,50	0,43 – 1,00
الرمال غير المنتظمة والحصى	0,25 – 0,35	0,33 – 0,54

الجدول 15.5: القيم النوعية لحدود قوام التربة لبعض أنواع الترب (GRASSHOF et al.,1982)

نوع التربة	w_L [–]	w_p [–]	I_p [–]	w_s [–]
رمل غير متماسك	–	–	–	–
رمل ضعيف التماسك بحسب حالته	0,10-0.23	0.05-0. 2	0.00-0.05	0.18-0.25
لوس	0.23-0.28	0.20-0.23	0.02-0.08	0.15-0.25
سيليت	0.15-0.35	0.10-0.25	0.05-0.15	–
لوم، طين رملي	0.28-0.40	0.17-0.22	0.05-0.23	0.12-0.16
طين لزج لدن كثيراً	0.40-1.50	0.20-0.50	0.15-0.95	0.10-0.15
وحل	~ 0.60	~ 0.23	~ 0 .37	–
ترب عضوية	> 2.00	> 1.00	~1.00	–

الجدول **16.5**: المعاملات النوعية لنفاذية الماء لعدة أنواع من الترب غير المتماسكة

(GRASSHOFF et al., 1982)

أنواع الترب	معامل النفاذية k_f [m/s] المجالات الحدية	معامل النفاذية k_f [m/s] الغالبة
حجارة حصوية	10^{-5} - 5	
حصى خشنة	$10^{-2} - 1$	
حصى وسط		$3{,}5.\ 10^{-2}$
حصى ناعمة	$10^{-4} - 10^{-2}$	$2\ .10^{-2}$ -3. 10^{-3}
رمل خشن	$10^{-5} - 10^{-2}$	$10^{-4} - 10^{-3}$
رمل وسط	$10^{-6} - 10^{-3}$	10^{-4}
رمل ناعم	$10^{-6} - 10^{-3}$	$10^{-5} - 10^{-4}$
رمل، سيليت طيني	$10^{-7} - 10^{-4}$	10^{-6}
سيليت	$10^{-9} - 10^{-5}$	$10^{-9} - 10^{-7}$
لوس	$10^{-10} - 10^{-5}$	10^{-5} (غير مخربة)
		$10^{-10} - 10^{-7}$ (غير مخربة)
لوم	$10^{-10} - 10^{-6}$	$10^{-10} - 10^{-8}$
		$10^{-9} - 10^{-8}$ (سيليتـــي)
طين	$10^{-12} - 10^{-8}$	$10^{-10} - 10^{-9}$ (غير لزج، جاف)
		$10^{-12} - 10^{-10}$ (لزج)

ملاحظة: إن نفاذية الماء لكثير من الترب تكون بالاتجاه الأفقي حوالي مائة ضعف مما هي عليه في الاتجاه الرأسي

4.5 الماء والجريانات ضمن التربة

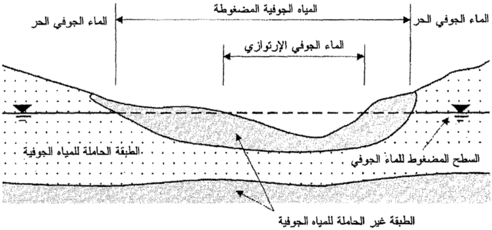
يظهر الماء في التربة بأشكال مختلفة، وأهمها هو الماء الجوفي الذي يتأثر مباشرة بالفيضان.

1.4.5 تعاريف (DIN 4021)

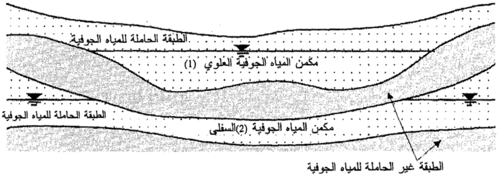
يملأ الماء الجوفي الموجود تحت سطح الأرض فراغات التربة بشكل كامل، حيث أن مستوى الماء الجوفي يكون هو السطح الحدي للماء الذي يخضع لضغط يتوازن مع الضغط الجوي. وتكون الطبقة الحاملة للماء الجوفي هي جسم التربة الملائم لنقل الماء الجوفي إلى

الأماكن الأخرى، وتكون الطبقة غير الحاملة للماء الجوفي هي التربة التـــي تكون بالمقارنة مع الترب المجاورة ذات نفاذية قليلة للماء (قيمة k_f أصغر بـــ 100 مرة من نفاذية الترب المجاورة)، أما الطبقات غير الحاملة للماء الجوفي هي عمليا غير نفوذة ويمكن أن تفصل مخزون الماء الجوفي إلى عدة مكامن للماء "Stockwerke" (الأشكال 5-2 و5-3)

يكون الماء الجوفي حرا عندما يكون سطحه منطبقا مع سطح الضاغط المائي الجوفي، وهو المحل الهندسي لجميع ارتفاعات منسوب الأنابيب البيزومترية (الحالية)، وفي حالة الماء الجوفي المضغوط يقع مستوى ضغط الماء الجوفي فوق سطحه، وأحيان في حالة الماء الجوفي المضغوط (الارتوازية) فيقع مستوى ضغط الماء الجوفي فوق سطح الأرض، الشكل (5-3).



الشكل 2.5: الماء الجوفي الحر والمضغوط (حسب MOLLER,1998)



الشكل 3.5: مكان الماء الجوفي (حسب MOLLER,1998)

تملأ مسامات التربة فوق منسوب الماء الجوفي الحر بالماء الشعري، ويمكن أن يبلغ الارتفاع الشعري في حالة الحصى تقريباً حتـــى 0.05 m وفي الرمل تقريباً حتى 0.3 m ، ويبلغ في اللوس حتـــى عدة أمتار، وتملأ الفراغات المسامية فوق المنطقة الشعرية من الهطولات والغمر عبر الماء المتسرب والذي يتحرك بفعل الجاذبية نحو الأسفل. يملأ الماء المتسرب غالبا المسامات الكبيرة بحيث أن المسامات الصغيرة تنغلق ويبقى فيها الهواء وبخار الماء ، وعلى أساس الإجهادات السطحية تكون هذه المناطق بهوائها الحبيس بدون حركة وبالتالي تعزل جزءاً من الحجم المسامي الإجمالي لذلك يكون الحجم القابل للاستخدام دوما أقل من الحجم الحقيقي الموجود.

2.4.5 دخول ماء الهطول إلى التربة

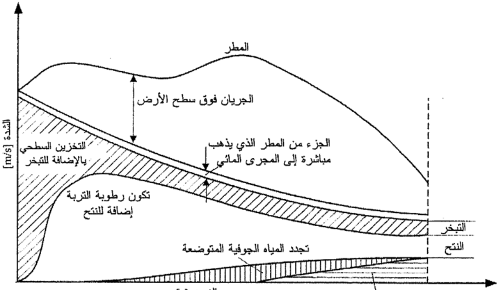
يجري ماء الهطول جزئيا فوق الأرض، يتبخر أو يتسرب في التربة (الشكل 5-4)، ويؤخذ الجزء الأول من الهطول من قبل الغطاء النباتـــي وسطح الأرض ويتبخر، ولكن في حالة توقف الهطول يصل معدل التبخر إلى قيمة حدية تتعلق برطوبة التربة وضغط الهواء ودرجة حرارة التربة والهواء والرياح.

يكون الجزء الذي يدخل إلى التربة من الهطول (التسرب أو الرشح) أكبر كلما كانت الطبقة أكثر جفافا وأكثر نفاذية وكلما كان السطح أكثر خشونة وأكثر انبساطاً. فالمهم هو الهيكل المسامي المتوفر حيث يمكن أن تمتص الترب المتماسكة ببنية هيكلية ثانوية (شقوق جافة وانكماش) لفترة قصيرة ماءً أكثر وبشكل ملحوظ من الرمل النفوذ وأيضا يدخل في الرمل الناعم الهطول ببطء وبشكل مشابه لما هو في التربة المتماسكة الطرية، بينما لا يمكن أن تمتص الترب الرطبة والمتجمدة عمليا أي هطولات.

أثناء حدوث الهطول ينخفض الرشح إلى التربة بشدة مع الزمن بسبب تأثير الانتفاخ وانسداد المسامات، والجزء الناتج عن الفرق بين الهطول من جهة والتبخر السطحي والرشح من جهة ثانية يجري على سطح الأرض أو يؤدي إلى تخزين على سطح الأرض.

3.4.5 مرور الماء ضمن التربة

لا يكون دخول الماء إلى التربة سريعا نظراً للإعاقة التـــي يواجهها من قبل التربة، حيث تلعب نفاذية أنواع التربة السفلية القريبة من السطح المتفتت الدور الفعال، في هذه الحالة تؤدي الشقوق الجافة إلى تسريع الجريان، بينما يمكن لتكوين الصخر المحلي والإجهاد السطحي بين الماء والمجال المسامي المملوء بالهواء أن يمنع الجريان. في الطبقة العميقة للتربة يزداد غالبا وجود المواد المحلولة في الماء الجوفي مع تزايد ارتفاع سطح هذا الماء ويتسبب في تكتيم التربة وبالتالي يمكن أن يعيق التسرب.



الشكل 4.5: تقسيم المطر المستمر لفترة طويلة (حسب BUSCH and LUCKNER,1974)

أثناء دخول الماء يزاح هواء التربة، وعملية انضغاط الهواء الناتجة عن عملية الإزاحة هذه تعيق دخول جبهة المياه الراشحة، وتكون العوامل المؤثرة في هذه العملية معقدة وترتبط بأمور مختلفة وعديدة.

إن الماء الداخل إلى التربة يتخزن أولاً ويمكن أن يساهم جزئيا فقط في تجديد الماء الجوفي، ويكون ترطيب التربة في البداية كبيرا غير أنه يتناقص مع دوام المطر ويصل إلى قيمة نهائية ثابتة وهي النتح فقط (الشكل 5-4).

ويكون مرور الماء عبر التربة ورفده للماء الجوفي معقداً بدرجة كبيرة وقابلا للحساب فقط وفق تبسيطات واسعة وعامة (MANGELS,2000).

4.4.5 حركة المياه الجوفية

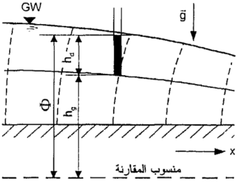
إن حركة الماء ضمن التربة وكمية المياه الجارية وظروف الضغط هي عملية هامة بالعلاقة مع الفيضان ويمكن أن تحسب في إطار نظرية الكمون.

1.4.4.5 المعادلة التفاضلية لحركة المياه الجوفية

يكون حساب جريانات الماء للطبقة الحاملة للماء الجوفي ممكنا هنا فقط وفق اعتبارات تبسيطية كبيرة (RAPPERT,1980)، وتكفي النماذج المبسّطة لتقدير ضغوط الماء في حقل الجريان والغزارة المارة، حيث أن الجريان يكون جريانا كمونيا صفحيا.

وعندما تكون Φ (m) هي ارتفاع المنسوب البيزومتري (الشكل 5-5) بالنسبة لمنسوب مقارنة ما يمكن أن يحدد التدرج الهيدروليكي i بالشكل:

$$i = -\text{grad}\,\Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial \text{x}} \quad [-] \qquad (26.5)$$



الشكل **5.5**: تعريف ارتفاع منسوب الأنبوب البيزومتري

ولأجل الحالة وحيدة البعد (مستوية) (الشكل 5-6) يصبح:

$$i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta x} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta L} \, [-] \qquad (27.5)$$

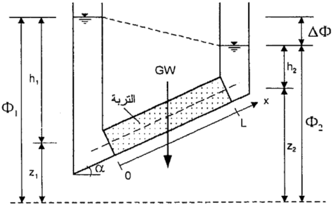
ووفق قانون دارسي

$$\upsilon = k_f \cdot i \text{ [m/s]} \quad (28.5)$$

تكون سرعة الرشح v متناسبة طردا مع التدرج الهيدروليكي i ومعامل نفاذية الماء للطبقة k_f (قارن مع الفقرة 5-2-7).

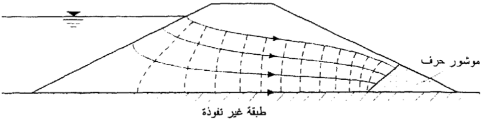
لأجل السائل غير القابل للانضغاط (الماء) ولهيكل حبات غير قابلة للتحرك يجب أن تكون كمية الماء الداخلة إلى منطقة الجريان مساوية للخارجة منها (شرط الاستمرار) طالما أن الكمون الكلي لا يتغير، وينتج من ذلك لأجل نفاذية غير مرتبطة بالاتجاه k_f (وسط متجانس) والحالة المستوية عند إهمال حد السرعة في علاقة برنولي (حيث أنها أصغر من القيمة 1 بكثير ($\upsilon << 1$) علاقة لابلاس الآتية:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_1^2} + \frac{\partial \Phi}{\partial x_2^2} = 0 \quad (29.5)$$



الشكل 6.5: الكمون وارتفاع منسوب الأنبوب البيزومتري للحالة المستوية وحيدة البعد

إن حلول هذه العلاقة هي مسارات منحنية تشكل فيما بينها زوايا قائمة (شبكات جريان، أنظر الشكل 5-7)، حيث منها ما يمثل خطوط الجريان للماء الجاري ضمن التربة والأخرى تمثل منحنيات الكمون المتساوي (منحنيات تساوي الكمون)، ولتعريف الكمون Φ وارتفاع المنسوب البيزومتري h والتدرجات الهيدروليكية i في الحالة المستوية أنظر الشكل (5-6).



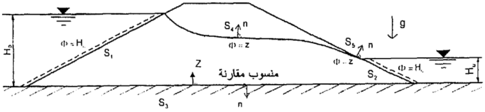
الشكل 7.5: شبكات الجريان لسدة مزودة بموشور صرف

2.4.4.5 شبكات الجريان والشروط الطرفية

يمكن أن تحسب شبكات الجريان فقط تحليليا للشروط الطرفية البسيطة وفي حالة الشروط الطرفية المعقدة يجب أن تنشأ أو تحسب عبر طرق التشابه والحساب العددي. لقد تم حسب الأسس تمييز الشروط الطرفية المبينة في الجدول (5-17) لأجل شبكات الجريان (أنظر الشكل 5-8).

الجدول 17.5: الشروط الطرفية لشبكات الجريان

النوع	التعريف
منحنيات الكمون الطرفية	الطرف S_1 : $\Phi = H_0$ الطرف S_2 : $\Phi = H_u$ يكون الكمون معروفا عند الأطراف التـــي عندها يدخل الماء في التربة أو يخرج منها وارتفاع المنسوب البيزومتري يساوي هنا إلى منسوب الماء الحر.
منحنيات الجريان الطرفية	عند المنحنيات الطرفية الكتيمة لمنطقة الجريان يكون التدرج الهيدروليكي موجها باتجاه الأطراف (الطرف S 3 في الشكل 5-8) ،هناك يجري الماء.
السطوح الحرة	عند السطوح الحرة يكون ضغط الماء المسامي $u = 0$، هذا يعنـــي أن الكمون يساوي الارتفاع الجيوديزي ($\Phi = z$ قارن الشكل 5-8، الأطراف S 4 وS 5). السطوح الحرة هي أيضا منحنيات جريان طرفية



الشكل 8.5: الشروط الطرفية لحركة المياه الجوفية

لكي نستطيع تصميم وإنشاء شبكة الجريان كما في الشكل (5-7) يجب أن نثبت ونحدد أولاً منحنيات الجريان والكمون الطرفية، حيث يتم التقدير الأولي للسطح الحر، ويجب أن تنشأ منحنيات تساوي الكمون والجريان داخل المنحنيات الطرفية بحيث تنتج شبكة متعامدة بأبعاد متماثلة، في نقاط التقاطع لمنحنـــي الجريان الطرفي مع منحنيات تساوي الكمون يجب أن يكون ارتفاع منسوب الأنابيب البيزومترية فيها مساوياً للارتفاع الجيوديزي، وبالأخذ بهذا الشرط يمكن أن يراقب السطح الحر المقدر ويصحح.

في حالة النفاذية غير المتساوية في الاتجاهات المختلفة ($k_{f1} \neq k_{f2}$) يمكن أن تحوّل المسألة إلى التجانس المكافئ عبر التحويل الآتي:

$$\frac{\partial 2\Phi}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2\Phi}{(k_{f1} / k_{f2})\partial x^2}$$

$$\frac{\partial^2\Phi}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2\Phi}{\partial((k_1 / k_2)^{0,5} \cdot x_2)^2} = 0 \qquad (30.5)$$

تحدد جملة إحداثيات جديدة ($x_1 = x_1$ and $x_2 = (k_1 / k_2)^{0,5} \cdot x_2$) التـــي لأجلها تملك التربة نفاذية متجانسة (متماثلة) افتراضية ويجب أن تحوّل الحلول المشوهة في هذه الجملة مرة أخرى إلى الوضع الأصلي.

ويمكن أن تحسب شبكات الجريان المعقدة بمساعدة النماذج المشابهة أو النمذجة العددية، هنا أنظر إلى E113 "مراعاة جريانات الماء الجوفي" نصائح لجنة العمل "حلقة الشواطئ" .(EAU, 1996)

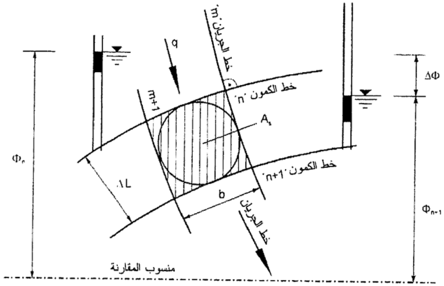
3.4.4.5 كميات الماء

إن كمية الماء q التـــي تجري بين خطي جريان بتباعد b (انظر الشكل 5-9) تعادل:

$$q = \upsilon \cdot b = \mathrm{k_f} \cdot i \;\; b \; [\mathrm{m/s\ .m}] \qquad (31.5)$$

في إحدى شبكات الجريان بحقول تساوي كمون عددها n (أي $n + 1$ منحنيات تساوي الكمون) يكون الكمون الجزئي بين منحنيات تساوي الكمون $\Delta\Phi = \Phi/n$، ويكون التدرج الهيدروليكي بعد ذلك ($i = \Delta\Phi/\Delta L = \Phi/(n\ .\ \Delta L)$ وكمية الماء Δq التـــي تجري عبر شعاع الجريان المحدود بين خطي جريان بعرض $b = \Delta L$ يصبح:

(32.5) $$\Delta q = k_f \cdot \frac{\Phi}{n \cdot \Delta L} \cdot \Delta L = k_f \cdot \frac{\Phi}{n} \quad [\mathrm{m/s \cdot m}]$$



الشكل 9.5: مقاطع من إحدى قنوات الجريان

وفي شبكة الجريان بمجالات جريان عددها m (منحنيات جريان عددها $m + 1$) تكون كمية الماء الإجمالية Q مساوية

(33.5) $$Q = k_f \cdot \Phi \cdot \frac{m}{n} \quad \left[\mathrm{m^3/s}\right]$$

5.5 قوى الجريان

تمارس المياه على التربة التـــي تجري فيها قوى جريان، حيث تنتج قوة الجريان S_F من التوازن للحالة المستوية (أنظر الشكل 5-6)

(34.5) $$S_f = \gamma_w \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta L} = \gamma_w \cdot i \quad \left[\mathrm{kN/m^2}\right]$$

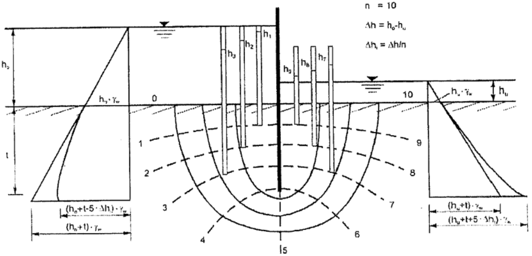
1.5.5 ضغط الماء وضغط الماء الزائد، ضغط الماء على القاع وقوى الرفع

يكون ضغط الماء u عند كل موقع مختار في النظام المسامي للتربة مساوياً لناتج ضرب ارتفاع المنسوب البيزومتري h بالوزن النوعي γ_w للماء:

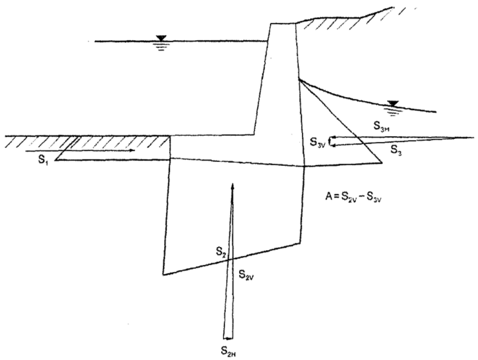
$$u = \gamma_W \cdot h\ [kN/m^2] \quad (35.5)$$

في الماء الجوفي الساكن يكون الارتفاع البيزومتري دوماً مساوياً إلى المسافة العمودية لنقطة الاختبار التـــي تفصلها عن منسوب الماء الجوفي (ضغط الماء الهيدروستاتيكي)، وعندما يجري الماء الجوفي يمكن أن يحسب ارتفاع المنسوب البيزومتري من شبكة الجريان (الشكل 10-5).

يكون الارتفاع الجيوديزي متغيراً على طول أحد منحنيات تساوي الكمون غير الأفقي وبالتالي ضغط الماء، ويكون ضغط الماء الزائد هو فرق الضغط بالنسبة لمنشأة أو لجزء إنشائي، فعلى جدار الحماية من الفيضان في الشكل (5-10) يؤثر من اليسار حتى سطح التربة ضغط الماء الهيدروستاتيكي، وبالمقارنة يصبح ضغط الماء في التربة أقل من توزيع الضغط الهيدروستاتيكي، ومن اليمين يؤثر في التربة ضغط ماء مرتفع بالمقارنة مع الضغط الهيدروستاتيكي بسبب كون ارتفاعات المنسوب البيزومتري أعلى من منسوب الماء، وفروق هذه الضغوط هو ضغط الماء الزائد المؤثر على الجدار.



الشكل 10.5: شبكة الجريان للجريان المحيط بجدار حماية من الفيضان وارتفاع الماء البيزومتري



الشكل 11.5: محصلة قوى ضغط الماء على القاعدة S_1 وS_2 وS_3 وقوى الرفع

ويكون ضغط الماء على القاعدة هو تأثير الضغط الموجه المؤثر من ضغط الماء على أحد المنشآت في الماء الجوفي ويؤثر دائماً بشكل عمودي على سطوح إنشائية محدودة، بينما تكون قوة الرفع هي قوة الكتلة التـــي تنقص قوة الوزن للأجسام المغمورة بمقدار قوة الوزن لحجم الماء المزاح، وقوى الرفع هي المركبة الرأسية لقوة ضغط الماء على القاعدة (الشكل 5-11).

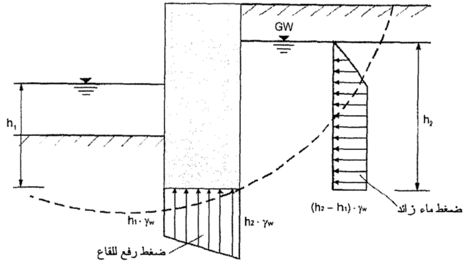
2.5.5 إدخال ضغط الماء والضغط الزائد للماء في حساب أمان الاستقرار

يجب أن يتم إدخال ضغط الماء أو ضغط الماء الزائد في حسابات الاستقرار كقوى خارجية للتحقق من التوازن، وضغط الماء يمكن بذلك أن يعوَّض ببساطة اختيارياً كضغط ماء زائد وضغط رفع للقاع (الشكل 5-12) أو كضغط ماء مسامي من شبكة الجريان.

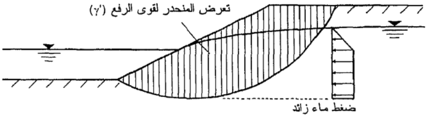
أثناء الاستخدام المبسّط يتم تطبيق ضغط الماء الزائد دوماً حتى الحافة السفلية لقوس الانزلاق المحتمل (الشكل 5-12). أما في حالة منحدر فبدلاً من الضغط على القاع يتم

الحساب باستخدام وزن حجمي مغمورγ' أي تتعرض لقوى رفع بدلا من الضغط على القاع (الشكل 5-13).

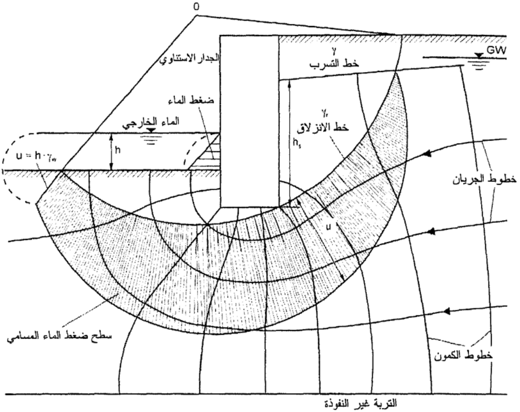
هذه التطبيقات هي غير دقيقة ولكنها تقع في المجال الآمن. كلما كان فرق منسوب الماء أكبر كلما كان مسار منحنـــي التسرب أكثر ميلانا، وتم تبيان ذلك بوضوح في DIN 4084 . في إطار تطبيقات أدق يتم حساب ضغط الماء المسامي u في شبكة الجريان وتطبق على سطوح الانزلاق والسطوح الحدودية الأخرى (الشكل 5-14 و5-15).



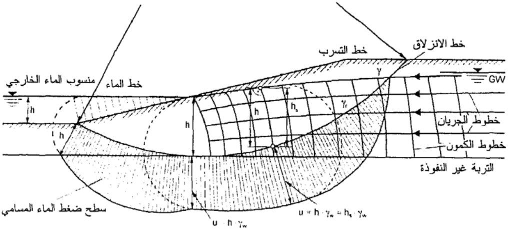
الشكل **12.5**: التطبيق المبسط لضغط الماء في حالة جدار استنادي



الشكل **13.5**: التطبيق المبسط لضغط الماء في حالة منحدر ما

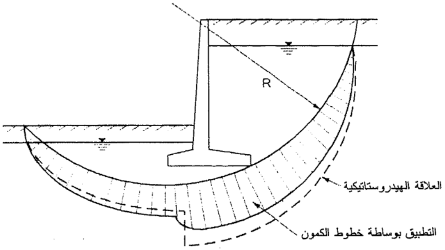


الشكل 14.5: تطبيق ضغط الماء على إحدى الجدران الاستنادية (حسب DIN4084)



الشكل 15.5: رسم توضيحي لشبكة الجريان وضغط الماء المسامي على المنحدر (حسب DIN4084)

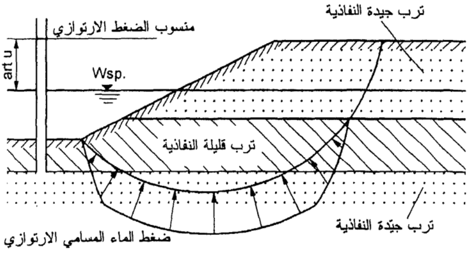
وبشكل تقريبـــي يمكن حساب ضغط الماء المسامي u أيضاً من الارتفاع المحلي لخط الجريان الطرفي (منحنـــي التسرب) عبر نقطة الانزلاق المدروسة ، وهذا التطبيق ليس مسموحا في الأراضي المرتفعة لأنه يقود إلى التقدير المنخفض لضغط الماء عند القدم الحرجة من جهة الوادي (الشكل 5-16)، في هذا التطبيق يتم أثناء الحساب استبدال قوى كتلة التربة المتوضعة في الماء بالكتلة النوعية للتربة المشبعة.



الشكل 16.5: ضغط الماء على طول منحنـــي الانزلاق في حالة تغير مفاجئ لسطح الأرض (حسب (DIN4084

في الأساس المكوّن من عدة طبقات يجب أن نأخذ بالاعتبار الضغوط الزائدة الموجودة في الطبقة المحصورة (سطح ضغط ارتوازي) (الشكل 17.5).

ويمكن أيضاً إدخال ضغط الجريان في التربة النفوذة مكان ضغط الماء، كما تم شرحه سابقاً، لكن هذا الإدخال يقود دوما لنتائج غير دقيقة، طالما أن ضغط الجريان مشمول في إحدى النتائج.



الشكل 17.5: إدخال الضغط المائي الناتج من خزان جوفي محصور (حسب DIN4084)

6.5 تأثير الماء الجوفي على قوام التربة

ان دخول تيار الماء إلى البنية الهيكلية لجزيئات التربة يمكن أن يؤدي إلى تغيرات ميكانيكية وحتـــى إلى الإزالة الكاملة لمتانة هذه التربة.

1.6.5 جرف المواد الناعمة وترسيبها والحت الداخلي ضمن التربة

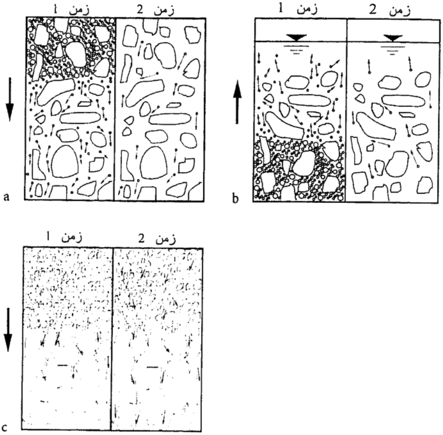
يبين الجدول (18.5) مختلف أنواع التشوهات.

الجدول 18.5: أنواع التشوه

التعريف	التوصيف
نقل المواد الناعمة(الجرف)	انتقال جزيئات التربة الناعمة ضمن هيكل التربة (الجرف الداخلي) أو على السطح الحر (الجرف الخارجي).في ذلك يبقى الهيكل المتكون من حبات كبيرة نفسه بدون تغيير (الشكل 5-18) وتصبح المسامية n والنفاذية k_f أكبر بينما تنقص الكثافة ρ. في كل الأحوال تتعرض أنواع التربة غير المتماسكة وغير المنتظمة للجرف وتكون طرق الجرف الداخلي محدودة، ويمكن أن يحل الجرف الخارجي محل الجرف الداخلي أو يزيد في شدته.

نقل المواد الناعمة التماسي(انجراف تماسي)	تنقل حبات التربة المتحركة لتربة ذات حبات ناعمة إلى مسامات تربة ذات حبات خشنة وتؤدي هناك إلى انجراف، ونادرا إلى ترسيب (كولماتسيون)، وتحت قيم تدرجات هيدروليكية حرجة مرتبطة بالتربة فان التربة تكون في أمان من الجرف (BUSCH and LUCKNER, 1974) . في حالة التخزين لأول مرة يمكن أن تتعرض المنحدرات والردميات والسدود إلى الانجراف، والنتائج تكون على الغالب كميات تسرب كبيرة تقريبا كما في سدات الحماية من الفيضان.
ترسيب المواد الناعمة(كولماتسيون)	ترسب الجزيئات الناعمة المنتقلة بفعل جريان الماء الجوفي في البنية الهيكلية للتربة، وبالمقابل تتناقص المسامية n ووتصبح النفاذية المائية k_f أصغر وهكذا يقود هذا الترسيب إلى تكتيم التربة ويمكن أن يمنع الكولماتسيون تسرب الماء إلى داخل التربة ويمنع خروجه من التربة المشبعة أيضا وبذلك يتزايد منسوب الماء الذي يمكن أن يؤدي إلى انزلا قات الجانب. بالعلاقة مع الحت الداخلي وعلى عكس الانجراف والترسيب تتحرك جميع جزيئات التربة وتترسب في مكان آخر بفعل الحت الداخلي (الايروزيون) تكون أشكال ظهوره هي الحت الخارجي والحت الداخلي وحت الكهوف والحت التماسي (الشكل 5-20)
الحت الداخلي (الايروزيون)	ويظهر الحت الخارجي بانتظام عندما يتجاوز إجهاد الجر للمياه السطحية الجارية القيمة الحدية المسموحة لنوع التربة المتواجدة، ويجب أن يراقب هذا الإجهاد بعد الفيضان دوما عند حدود السطوح المثبتة (المعالجة)، وعلى الغالب تكون الجذور وأوكار الحيوانات هي الأماكن التـــي يتوضع الحت الداخلي فيها عبر الغسل والتوسيع، أيضا تكون هنا قوة الجر للماء في أنابيب الحت هي القيمة الحاسمة للتفكك.

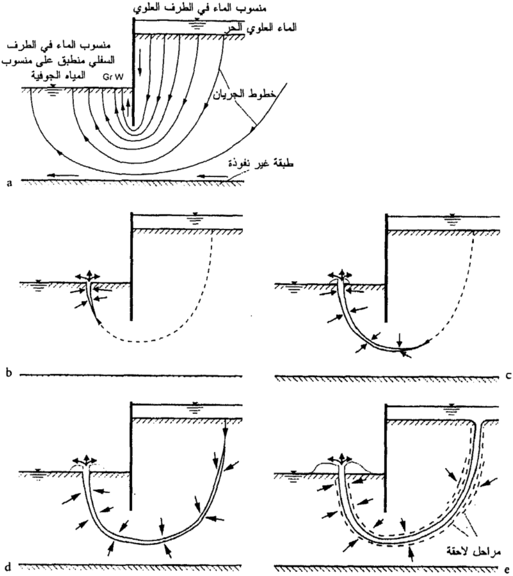
بالإضافة إلى التعاريف العامة السابقة تكون أشكال ظهور الحت الآتية مهمة



الشكل 18.5: رسم توضيحي لأشكال الانجراف (حسب Busch and Lucker.1974) a: الانجراف الداخلي b: الانجراف الخارجي، c: الانجراف التماسي

2.6.5 الحت التراجعي (المرتد)

يمكن أن يقود الحت التراجعي الداخلي إلى انهيار قاعدي طالما يتوفر الماء بشكل كاف بالجهة العلوية (الشكل 19.5) ويصبح الحت التراجعي مناسبا في حالة عدم تجانس طبقات الأساس ويكون ممكنا بشكل خاص خلف جدران الحماية من الفيضان.



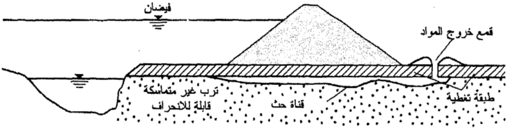
الشكل 19.5: تطور انهيار قاعدي حتى (EAU,1996) a – شكل جريان غير مشوه حسب (E113) "الفقرة 4-7" b – بداية انهيار قاعدي حتـــي c – استمرار توسع الانهيار القاعدي الحتـــي d – الحالة المباشرة قبل ظهور الكسر على السطح e – الحالة الخطرة للانهيار القاعدي الحتـــي

3.5.6 الحت على حدود المنشآت والحت التماسي

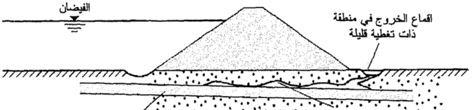
يتواجد حت على حدود المنشآت عند السطوح الطرفية وآليات الحت هي نفسها بالجوهر كما في الحت الداخلي ولكن تكون النفاذية العالية للسطوح الطرفية ملائمة لحت

على حدود المنشآت، ويكون غالباً الحت على حدود المنشآت هو السبب في انهيار قاعدي حتـــي وخاصة في حالة المنشآت ذات الأساس العميق، طالما لا توجد إجراءات إنشائية مضادة (مثلا جدران حاجزة) التـــي تمنع استمرار الحت على حدود المنشآت، وعندما يظهر حت على حدود المنشآت عند السطوح الطرفية بين التربة والمنشآت يسمى بالحت التماسي.

يمكن ملاحظة نوع خاص من الحت على حدود المنشآت في سدات الحماية من الفيضان في أودية الأنهار عندما تؤسس السدات على طبقة قليلة النفاذية للماء (الشكل 5-20). ضمن جهة الماء يتم تخزين الطبقة الحاملة للماء الجوفي في الطبقة القابلة للحت وعبر مراكز الضعف في طبقة التغطية (أقماع اللفظ) يتم اندفاع الماء، وطالما يتم إخراج رمل مع الماء يتقدم الحت باتجاه الماء العلوي، وفـــي هذه الحالة تكـــون إجراءات منـــع هذه العمليـــة ضرورية (MÜLLER-KIRCHENBAUER et al., 1993)، ويكون هذا الحت (حت على حدود المنشآت)، من جهة أخرى فانه غير حرج عندما يتوقف في حالة الميول الهيدروليكية الثابتة والدائمة (أي لا تندفع المياه مع الرمال من هذه الكهوف) (ارتفاع حجز ثابت للفيضان) أو عندما يستمر اندفاع الماء منها فقط بدون رمال.



الشكل 20.5: رسم تخطيطي للحت على الحدود عند السطح السفلي لطبقة التغطية



الشكل 21.5: الحت التماسي عند السطح السفلي لطبقة التغطية

بشكل خاص ينشأ الخطر في حالة الفيضان من الحت التماسي عند السطوح العلوية للمنشآت الواقعة تحت الشوارع وقنوات الملاحة النهرية والسكك الحديدية (الشكل 5-21)، وفي هذه المواقع تكون التغطية غالبا قليلة وفي القنوات التـــي تجري فيها المياه لا يمكن تمييز أقماع اللفظ بسهولة.

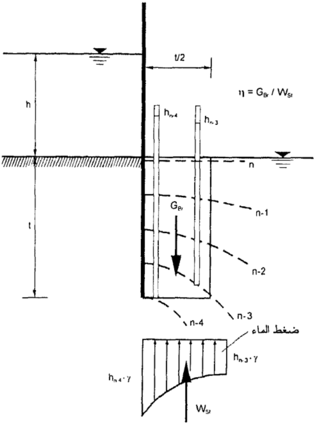
4.6.5 الانـهيار القاعدي الـهيدروليكي وانـهيار التربة

أثناء الجريان حول الأجزاء الإنشائية الكتيمة يمكن أن يكون ضغط الجريان المطبق Sr على الجهة السفلية باتجاه أعلى التيار أكبر من قوى الوزن الذاتـــي للتربة، وهذا الجزء من التربة لا يستطيع تفعيل مقاومة التربة. هذه العملية تدعى "الانهيار القاعدي" ويمكن أن نتخيل أن حجما محدودا من التربة يرتفع نحو الأعلى بفعل ضغط التيار، ولكي يتم تجنب الانهيار القاعدي الهيدروليكي يجب أن تكون قوى الجريان التـــي تؤثر على مجسم الانهيار القاعدي الرئيسي أصغر من قوى الوزن لهذا الجسم.

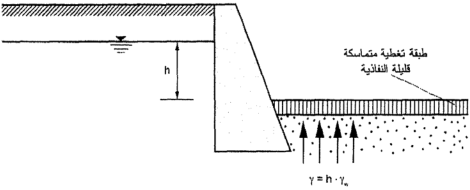
يمكن أن نجد مجسم الانهيار القاعدي الرئيسي بوساطة التجريب والتـــي تمثل حجوم التربة المحدودة ضمن الأقواس ذات الأمان الأصغر، أو يستخدم حسب أحد التقريبات من TERZAGHI and PECK كمجسم انهيار قاعدي مستطيل عمقه يساوي نصف عرضه (الشكل 5-22). في الحالتين يحسب ضغط الجريان في الجسم كتكامل لتوزيع ضغط الماء المسامي على محيط جسم الانهيار القاعدي، وينتج توزيع ضغط الماء المسامي من شبكة الجريان، ولمعرفة أدق ولبرهان ذلك انظر (EAU, 1996).

يمكن أن يرفع ضغط الماء الموجه عكس التيار (للأعلى) أيضاً طبقات التغطية قليلة النفاذية (الشكل 5-23).

يحسب ضغط الماء الرئيسي منسوباً إلى السطح السفلي للطبقة الكتيمة (طبقة التغطية) من ارتفاع المنسوب البيزومتري للماء في الطرف العلوي.



الشكل 22.5: الانهيار الهيدروليكي القاعدي، عند جدار حاجز محاط بالجريان، جسم الانهيار القاعدي حسب TERZAGHI and PECK



الشكل 23.5: قوى الرفع على طبقة قليلة النفاذية للماء في حالة الفيضان

6. الأسس التكنولوجية لمواد الإنشاء

ROLF DILLMANN

تشمل الإجراءات الإنشائية للحماية من الفيضان (أمان الإنشاء - انظر الفقرة 7-1):

- إنشاء سدات الحماية من الفيضان (انظر الفقرة 7-1-3) وجدران الحماية من الفيضان (انظر الفقرة 7-1-4)
- تدابير إنشائية لتشغيل المنشآت المتحركة المصممة للحماية من الفيضان وتركيب منشآت الحماية الجاهزة (القطع المصنّعة سابقاً والجاهزة للتركيب) (انظر الفقرة 7-1-5).
- التخطيط لمنشآت جديدة والتكتيم الإضافي للمنشآت الموجودة لمنع دخول الماء وكذلك أمان الاستقرار والرفع (انظر الفقرة 7-1-6 والفقرة 7-1-8 والفقرة 7-3-4-1).

فيما يلي يتم شرح مواصفات مواد البناء المستخدمة للحماية من الفيضان من وجهة نظر صلاحية الاستخدام والديمومة وتحدد المتطلبات من المواد الإنشائية عبر الاحتياجات المستقبلية التي ستظهر أثناء الاستخدام.

تستخدم كمواد إنشائية لإجراءات الحماية من الفيضان بشكل رئيسي للتدابير المحلية:

- البيتون،
- البيتومين والإسفلت،
- لفائف البيتومين والمواد الصناعية البلاستيكية وأحزمة معدنية،
- جدران حجرية طبيعية،
- الفولاذ.

أما لمنشآت الحماية من الفيضان المتحركة والمتنقلة (انظر الفقرة 7-1-5) فتستخدم المواد الآتية:

- الألومنيوم،
- الفولاذ،

- الخشب،
- البلاستيك،
- رقائق البلاستيك.

ولحماية المباني من مياه الفيضان تستخدم المواد التالية:

- البيتون،
- جدران مع تكتيم خارجي،
- مواد إنشائية تحتوي على البيتومين (بيتومين، إسفلت)،
- فولاذ،
- ألومنيوم،
- خشب،
- مواد بلاستيكية.

يجب أن تشرح مواصفات هذه المواد الإنشائية بالنظر لاستخدامها في الحماية من الفيضان بشكل مفصل.

1.6 البيتون

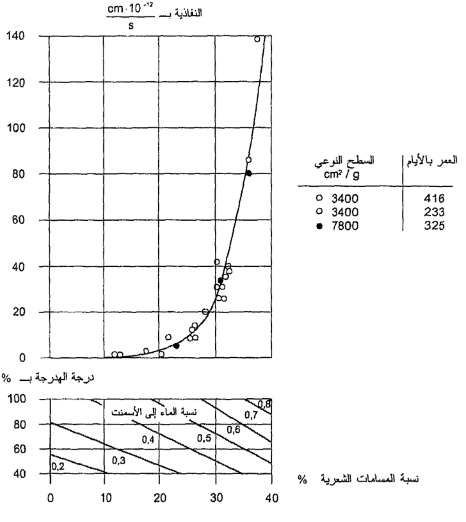
البيتون مادة بناء هامة جداً للحماية الإنشائية من الفيضان، حيث يربط البيتون بأسلوب خاص بين حرية التشكيل الإنشائي ومواصفات الصلابة والاستقرار المطلوبة في المنشآت وكذلك بإمكانية عزل الماء (كتيم)، وهذه الأخيرة هامة للحماية من الفيضان.

في DIN 1045 عرّف البيتون كالآتي: البيتون صخر اصطناعي والذي يتكون من خليط من الإسمنت ومواد بيتونية إضافية وماء وإضافات أخرى إلى البيتون، عبر تصلب غرويات الإسمنت (إسمنت – ماء – خليط).

بذلك يتكوّن البيتون من نظام ثنائي المادة، في العادة من مواد إضافية كتيمة وذات ديمومة مثل الرمل والحصى وغرويات الإسمنت (صخر الإسمنت)، وتنحصر جميع عمليات الرشح الأساسية وبالتالي جميع آليات الإضرار في البيتون في النظام المسامي الشعري لصخر الإسمنت.

1.1.6 النقل الرطب

تنشأ المسامات الشعرية في صخر الإسمنت عن سببين، يمكن أن يوضحا في الشكل (6-1). في الجزء السفلي من الشكل تم تدوين درجة الهدرجة بدلالة (اماهة) الحجم المسامي للمسامات الشعرية في صخر الإسمنت وتم أيضاً رسم نسب الماء - الإسمنت (قيم *w/z*).



الشكل 1.6: حجم المسامات الشعرية بالعلاقة مع قيمة ماء الإسمنت ودرجة الهدرجة

يحتاج الإسمنت للهدرجة تقريباً 25% من كتلته ماءً من الناحية الكيميائية و15% من كتلته ماءً من الناحية الفيزيائية كي يتم تماسكه، من ذلك ينتج أنه للهدرجة الكاملة للإسمنت،

أي درجة هدرجة 100%، تكون قيمة الماء إلى الإسمنت المثالية 0,4. في المجال الإنشائي تستخدم قيمة الماء إلى الإسمنت بين 0,5-0,6 وبالتالي يكون البيتون سهل التصنيع، هذا يعني أن البيتون يحتوي ماء أكثر مما هو ضروري (ما يسمى الماء الزائد).

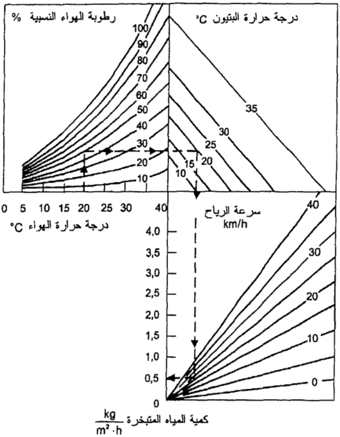
هذا الماء الزائد لا يرتبط بالإسمنت وهو حسب الشكل (6-1) مسؤول عن المسامات الشعرية في صخر الإسمنت وبالتالي في البيتون. إلى جانب قيمة الماء إلى الإسمنت تؤثر درجة الهدرجة، حسب الشكل (6-1)، على حجم المسامات الشعرية. إن سرعة التفاعل الكيميائي بين الإسمنت والماء (الهدرجة) تجري بالعلاقة مع:

- السطح الخارجي التفاعلي للإسمنت (أي نعومة السطح)،
- التأثير المتبادل للإسمنت،
- درجة الحرارة.

ولكي تكون درجة الهدرجة كبيرة قدر الإمكان يجب أن يحمى البيتون من التجفاف السريع عبر المعالجة المناسبة اللاحقة، فكلما كان الإسمنت وبالتالي البيتون أكثر استعداداً للتفاعل، كلما كانت مدة المعالجة اللاحقة أطول، وعلى العكس عندما يستطيع الماء التبخر من السطوح الخارجية للبيتون، عند ذلك يتبخر أولاً الماء الزائد وبالنهاية الماء الضروري للهدرجة وبالتالي تبقى درجة الهدرجة منخفضة وهكذا يزداد الحجم المسامي.

في الشكل (6-2) يمكن قراءة كمية الماء التي تتبخر من السطح الخارجي للبيتون نتيجة للشروط المحيطة مثل درجة حرارة البيتون المصبوب حديثاً ودرجة حرارة الهواء ورطوبة الهواء النسبية وكذلك سرعة الرياح وبالتالي لا تعد متوفرة للهدرجة، ففي درجة حرارة هواء 20°C ورطوبة هواء نسبية 50% ودرجة حرارة 20°C للبيتون وسرعة رياح 20 Km/h يتبخر 0,6 Kg ماء من البيتون لكل $1m^2$ خلال ساعة واحدة وبالتالي لا يبقى الماء الكافي للهدرجة. وينتج لدينا الحالتان الآتيتان (انظر الشكل 6-1).

- $w/z = 0{,}60$ ودرجة هدرجة 80% (معالجة لاحقة جيدة).
- $w/z = 0{,}50$ ودرجة هدرجة 60% (معالجة لاحقة مبكرة وغير كافية).



الشكل 2.6: سلوك التجفاف للبيتون بالعلاقة مع سرعة الرياح ورطوبة الهواء وتأثير درجة الحرارة

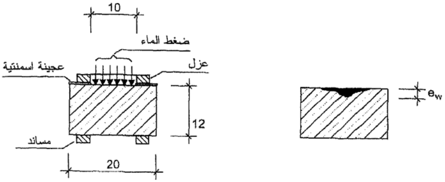
ينتج لكل منهما حجم مسامي بين 34 و36% تقريباً، وهكذا تم تبيان تعادل القيمة المرتفعة لماء الإسمنت مع معالجة لاحقة مبكرة غير كافية بالنظر إلى تكوّن المسامات الشعرية في صخر الإسمنت.

2.1.6 نفاذية الماء

عندما نراقب الجزء العلوي من المخطط في الشكل (6-1)، بحيث أنه يتم تدوين كمية الماء الراشح مع الحجم المسامي الشعري، والبيتون ليس كتيماً وإنما في حالة تصميم جيدة يكون البيتون مكتنـــزاً وغير نفوذ مع تنفيذ ومعالجة لاحقة.

حسب DIN 1045 يوصف البيتون بعدم النفاذية، عندما يبلغ عمق دخول الماء في جسم

العينة بشكل وسطي $e_w \leq 50$ mm نتيجة لتطبيق ضغط مائي قدره 5 بار لمدة 72 ساعة على جسم هذه العينة أثناء الاختبار حسب DIN 1048 (الشكل 6-2)، حيث تكون هذه العينة مصنعة بشكل خاص وموضوعة حتى موعد إجراء الاختبار في الماء وبعمر 28-35 يوم (انظر الشكل 6-3).

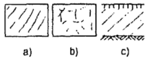
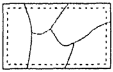
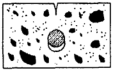
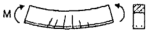
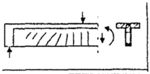
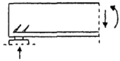


الشكل 3.6: اختبار عدم النفاذية حسب DIN 1048

وبشكل مبسط يعتبر البيتون من وجهة النظر العملية كتيماً عندما يُمنع الماء بشكله السائل من التسرب عبر العنصر الإنشائي، وكنتيجة لذلك يعتبر البيتون كتيماً عندما يتم رصه ومعالجته طبقاً للقواعد المعتمدة.

3.1.6 تشكل الشقوق

يكون تشكل الشقوق ذا أهمية خاصة لمنع نفاذية الماء إلى جسم بيتونـــي إنشائي، ويكون البيتون المسلح المستخدم غالباً مرتبطا بالتشقق بشكل دائم، أي أن تشكل الشقوق ينتج بسبب مواد البناء، حيث أن الشقوق تنتج عندما يتم تجاوز مقاومة الشد للبيتون، وتبلغ مقاومة الشد للبيتون تقريباً 10% من مقاومته للضغط وهي بالمقارنة صغيرة وتساوي تقريباً $3\text{-}6 N/mm^2$. وعندما تتواجد اجهادات الشد في عناصر البيتون المسلح تقاوم هذه الإجهادات حتى تتشكل الشقوق أولاً من قبل البيتون وبعد ذلك من التسليح الفولاذي الموضوع، ونميز بين أنواع الشقوق الآتية (انظر الشكل 6-4):

التوصيف	شكل ظهوره	الشق حسب سبب ظهوره		الصخر
تظهر على السطوح الخارجية للأجزاء الإنشائية السطحية ويمكن أن تتبع التسليح لكن أيضاً تسير عشوائياً يكون عمق الشق غالباً بسيطاً.		شقوق شبكية سطحية	شقوق ناتجة عن المواصفات الداخلية للبيتون	1a
تظهر هذه الشقوق نتيجة تصغير الحجم بعد التقلص في الأمكنة التي فيها التسليح غير كاف وتخترق الشقوق غالباً كامل سماكة العنصر الإنشائي وتسير عشوائياً.		شقوق تقلصية (انكماش)		1b
تحصل غالباً فوق قضبان التسليح المتوضعة في الأعلى في سطوح العناصر الإنشائية غير المتصلة وحسب سبب تكونها تنشأ أماكن ضعف تحت التسليح.		شقوق على طول التسليح		1c
تحصل تقريبا عمودية على تسليح الانعطاف المنحني يبدأ عند حافة الشد وتنتهي في مجال الخط الصفر. يكون المسار غالباً منحرفاً عن مسار عزم الانحناء.		شقوق الانحناء	شقوق ناتجة عن القوى الخارجية و القسرية	2a
تتكون من شقوق الانحناء تسير غالباً بشكل مائل عن محور القضيب وتظهر في مجال قوى القص الكبيرة		شقوق القص		2b
تحصل عبر كامل المقطع العرضي، وتظهر في حالة الشد المركزي أو أثناء اجهادات الشد مع لا مركزية صغيرة.		شقوق فاصلة		2c
تحصل موازية لقضبان التسليح تظهر هذه الشقوق في مجال إرساء التسليح (نهايات التسليح)		شقوق متصلة		2d

الشكل 4.6: رسم ووصف أنواع الشقوق وأشكال ظهورها (من DBV , 1996).

- *شقوق فاصلة*

دخول إلى كامل الجزء الإنشائي.

- *شقوق انعطاف وشقوق شد*

دخول فقط لجزء من مقطع العنصر الإنشائي

- *شقوق سطحية خارجية*

تكون فقط في المجال القريب من السطح

لا تخترق الشقوق السطحية الخارجية وشقوق الانعطاف كامل العنصر الإنشائي ولا تتضرر كتامة هذا العنصر للماء.

بينما تخترق الشقوق الفاصلة كامل العنصر الإنشائي، وتملك تأثيراً مباشراً على الكتامة عندما تتجاوز عرضاً محدداً، وحتـــى لا تتضرر صلاحية العناصر الإنشائية البيتونية الكتيمة وديمومتها من هذه الشقوق يجب أن يحسب التسليح الأدنـــى أثناء التصميم للحد من عرض هذه الشقوق والتخفيف منها. تكون أعراض الشقوق حتـــى W_{cal} = 0,10-0,20 mm مسموحة للشقوق الفاصلة للأجزاء الإنشائية البيتونية الكتيمة، وبسبب عرض هذه الشقوق الصغير فانه عموماً لا يجري الماء فيها.

فيما يلي يتم ذكر الأسباب الهامة للشقوق الفاصلة في إنشاءات البيتون والتـــي تلحق الضرر في الكتامة وبالتالي بالصلاحية.

1.3.1.6 تشكل الشقوق نتيجة لانطلاق حرارة الهدرجة

إن الهدرجة عبارة عن التفاعل الكيميائي بين الإسمنت والماء، وتفاعل ناشر للحرارة، حيث تتحرر الحرارة وبالتالي يسخن البيتون، وفي هذه الحالة الحارة يكتسب البيتون صلابته. يتعلق مقدار ارتفاع درجة الحرارة نتيجة لحرارة الهدرجة بأبعاد العنصر الإنشائي ونوع وكمية الإسمنت المستخدم.

أثناء التبرّد يصغر الحجم، وعندما تعاق التحولات المؤثرة نتيجة لذلك تنشأ الشقوق الفاصلة التـــي تخترق كامل العنصر الإنشائي وبشكل خاص أثناء هدرجة الإسمنت البورتلاندي، وفي حالة العناصر الإنشائية الضخمة تنطلق كمية حرارة كبيرة في وقت قصير، وتقود إلى رفع درجة الحرارة الناتجة للبيتون.

وتكون الإجراءات المتوجّب إجراؤها للإقلال من تصغير الحجم هي الآتية:

- تخفيض درجات الحرارة في العنصر الإنشائي نتيجة لحرارة الهدرجة.
- تأخير زمن التبرّد،
- مراقبة سرعة التبرّد،
- زيادة سعة تمدد الشد.

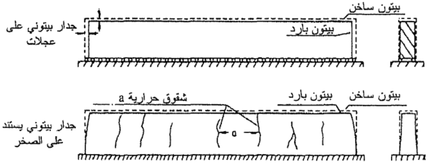
2.3.1.6 انكماش الجفاف (drying shrinkage)

إن السبب لتكون الشقوق الفاصلة في البيتون المتصلب هو وجود ظروف قسرية ناتجة عن انكماش الجفاف، حيث أن انكماش الجفاف هو تصغير للحجم، وينشأ بسبب فاقد الرطوبة نتيجة لجفاف صخر الإسمنت (clinger).

ونتيجة الرطوبة ينتفخ البيتون، حيث أن تغيرات الحجم الناتجة بفعل الرطوبة تكون مميزة لمواد البناء المرتبطة بالإسمنت، وعندما يحدث انكماش الجفاف دون إعاقات فانه لا تنشأ اجهادات شد وبالتالي لا تظهر شقوق.

يمكن أن نتحاشى تشكل الشقوق عبر ترتيب وتنظيم فواصل التمدد وفواصل العمل والمجالات الظاهرة كما يمكن أيضاً تنفيذ التسليح بعناية.

يبين الشكل (5-6) جداراً من البيتون المقام على أساس، وفي الجزء العلوي للشكل يكون الجدار بدون إعاقات ومتوضعاً على عجلات، هذا يعنـــي أن البيتون يمكن أن يتشوه نتيجة لتطور حرارة الهدرجة والتبرّد بدرجة حرارة المحيط.



الشكل 5.6: رسم التشوهات في أحد الجدران نتيجة لتطور حرارة الهدرجة وفقدان حرارتها بدون ومع إعاقة للتشوه

في الجزء السفلي من الشكل يظهر احتكاك بين الجدار المقام والأساس، هذا الاحتكاك يمنع البيتون من التشوه بحرية أي بدون معوقات. ورسمت في الشكل الشقوق المحيطية في الجدار الناتجة من تطور حرارة الهدرجة (الخط المتقطع) وبعد فقدان حرارة الهدرجة (الخط المتصل) والشقوق الفاصلة في الجدار الناتجة عن ذلك.

4.1.6 الإجهادات المؤثرة على البيتون

يوجد عدد كبير من الاجهادات التـــي يمكن أن تؤثر على البيتون، فعلى منشآت الحماية من الفيضان تؤثر قوى إضافية هامة على البيتون وهي القوى الناجمة عن عملية التجمد على البيتون في الحالة الرطبة والقوى الناجمة عن عملية التجويه.

1.4.1.6 القوى الناجمة عن التجمد

يزداد حجم الماء في حالة تجمده تقريبا بمقدار 9%، ونتيجة لزيادة الحجم يمكن أن يتضرر صخر الأسمنت والمواد الحصوية، وأثناء عملية الخلط وتركيب البيتون الصحيحة والمعالجة اللاحقة غير الموفقة للبيتون يمكن أن تظهر الشقوق أو تجاويف في البيتون، ويجب أن يتركّز الاهتمام خلال عملية تنفيذ الإنشاء على نسبة الماء إلى الإسمنت $\geq 0,50$ وعلى المعالجة المناسبة وأن تكون المواد الإضافية ذات مقاومة عالية للتجمد.

2.4.1.6 القوى الناجمة عن التجويه

في النظام المسامي لصخر الإسمنت يكون المحلول المشبع بهيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ موجوداً، وهذا الهيدروكسيد يكون مسؤولاً عن قيمة $P_H > 12$ في صخر الإسمنت، وطالما أن قيمة P_H لصخر الإسمنت أكبر من 9، لا يتأثر فولاذ التسليح، أي أنه محمي من الصدأ طالما أن قيمة الكلوريدات أكبر من محتوى الكلوريد الحرج في البيتون.

من خلال عملية الكربنه، يحصل دخول ثانـــي أكسيد الكربون CO_2 الهوائي إلى النظام المسامي الشعري لصخر الإسمنت ويتحول هيدروكسيد الكالسيوم الموجود ($Ca(OH)_2$) إلى كربونات الكالسيوم $CaCO_3$، وبنفس الوقت تنخفض P_H لقيمة أصغر من 9. وبذلك يتعرض التسليح إلى خطر الصدأ أو التآكل، عندما تدخل كمية كافية من الرطوبة والأوكسجين.

عندما تكون تغطية البيتون للتسليح كبيرة بشكل كاف، لا تصل عملية الكربنة إلى فولاذ التسليح، وتكون الديمومة مضمونة، وعند إضافة الماء إلى الإسمنت بقيمة $w/z \leq 0,60$ ومعالجة لاحقة كافية للبيتون تقل المسامية الشعرية (انظر الشكل 6-1) وبالتالي يقل دخول ثانـــي أكسيد الكربون.

5.1.6 المتطلبات من البيتون حسب الكودات الناظمة

كي يتم استخدام مادة البيتون في الحماية من الفيضان لا بد أن يحقق هذا البيتون المواصفات المطلوبة، ولاسيما النفاذية والديمومة، لأجل ذلك تحتوي الكودات والنورمات الآتية على التوجيهات الضرورية:

- DIN 1045 – البيتون والبيتون المسلح – التصميم والتنفيذ.
- شروط التعاقد التقنـــي الإضافي – المنشآت المائية (ZTV-W) للمنشآت المائية من البيتون والبيتون المسلح (قسم الكفاءة 215) (انظر KUNZ, 2000).
- شروط التعاقد التقنـــي الإضافي – المنشآت المائية (Z-ZTV-SIB) للحماية والإصلاح للأجزاء البيتونية من المنشآت المائية (قسم الكفاءة 219).

علاوة على ذلك تعرض اليوم الطبعة الصفراء لـــ DIN 1045 الجزء 2 الجديد البيتون – شرح الكفاءة، المواصفات، التصنيع والتوافق.

الطبعة الصفراء لـــ DIN 1045 الجزء 2 والـــ ZTV-W لحماية وإصلاح العناصر البيتونية في المنشآت المائية هي الكودات الحديثة والمستقبلية، لذلك يجب أن نعطى أدناه ما هي المتطلبات التـــي يجب أن يفي بها البيتون والأضرار المتوقعة له حسب ما ورد في كلا الكودين.

تنتج متطلبات البيتون من القوى المؤثرة، وتميز الطبعة الصفراء لـــ DIN 1045 الجزء الثانـــي بين

- العدوانية على البيتون
- صدأ الفولاذ

بينما يميّز W–ZTV لحماية وإصلاح العناصر البيتونية للمنشآت المائية لأجل العناصر

الإنشائية في الماء العذب بين:

- الإجهادات الأساسية،
- والاجهادات الإضافية،
- الرطوبة المتسربة إلى الوجه الخلفي للبيتون (الرطوبة العابرة).

عندما نراقب المنشآت البيتونية في العراء التـــي تكون قد تبللت بالماء بفعل الفيضان، تنتج المتطلبات التـــي يتوجب على البيتون الإيفاء بها حسب الجدول (6-1).

الجدول 1.6: تلخيص القوى المؤثرة على البيتون ومكونات البيتون الناتجة من ذلك

الكود الناظم	الضرر	المتطلبات المطلوبة من مركبات البيتون		
		قيمة w/z [−]	نسبة الإسمنت Kg/m³	المتطلبات الأخرى
الطبعة الصفراء جزء 2 DIN 1045	XC4: متبدل بين البلل والجفاف	0,60 ≥	≥ 280	كل الإسمنت حسب DIN 1164 وأنواع الإسمنت المسموح بها والمراقبة إنشائياً لغاية الاستخدام
	XF1: إجهاد التجمد في الإشباع المعتدل بدون وسائل ترطيب	0,60 ≥	≥ 280	كل الإسمنت حسب DIN 1164 وأنواع الإسمنت المسموح بها والمراقبة إنشائياً لغاية الاستخدام
ZTV - W - SIB	SW1: لحظي ونادر التبلل بالماء العذب	0,55 ≥	≥ 300	CEMI, CEMII, CEMIII/A منحنـــي المنخل A/B
	FTW1: إجهاد التجمد في الإشباع المعتدل بدون وسائل ترطيب	0.55 ≥	≥ 300	CEMI, CEMII, CEMIII/A منحنـــي المنخل A/B

2.6 البيتومين والإسفلت

يستخدم البيتومين والإسفلت في الحماية من الفيضان كمواد عازلة، وكلاهما يملك تأثير عزل جيد وملاءمة ثابتة للتشوهات المحتملة لطبقة الأساس.

1.2.6 البيتومين

حسب الـ DIN 55946 الجزء 1 تكون البيتومينات وهي الخلائط ذات اللون الأسود الثقيلة والتـــي يتم الحصول عليها من أنواع البترول الملائمة أثناء تصفيته وهي من مواد عضوية مختلفة والتـــي يتغير سلوكها اللزج والمرن مع درجة الحرارة.

في درجة الحرارة المحيطة تكون البيتومينات نصف صلبة أو هشة أو قاسية، وعبر التسخين تصبح البيتومينات قابلة لإعادة التشكيل بعد ذلك تصبح سائلاً لزجاً وتتحول أخيراً في درجة حرارة 180°C إلى سائل ضعيف (بخار) والمواد التـــي تتصف بمثل هذه المواصفات تدعى المواد البلاستيكية الحرارية.

يبلل البيتومين في حالته السائلة الضعيفة الصخور والمواد الصناعية العضوية والمعدنية وأثناء التبرّد يتماسك البيتومين على المواد الصناعية المبللة سابقاً وهي غير قابلة للانحلال بالماء ويبلغ عدد الانتشار تقريباً $10^{-8} g/(cm \cdot h \cdot mbar)$.

وبهذا فان البيتومين عملياً يكون عازلاً للماء. ونظراً لمقاومته الكيميائية ضد تأثير الأملاح العضوية وغير العضوية وكذلك الحموض الضعيفة كان البيتومين ومازال منذ آلاف السنين مادة صناعية كتيمة ذات كفاءة عالية، وبشكل أساسي يمكن أن يحل البيتومين فقط عبر الهيدروكربونات ذات المنشأ نفسه.

من المعتاد أن يستخدم البيتومين المقطر للحصول على التكتيم، ويخرج هذا البيتومين أثناء تقطير البترول، بعد أن يتم فصل العناصر ذات درجات التبخر المنخفضة (بنـــزين، مازوت، زيت التدفئة والزيوت المعدنية...) عبر التبخر.

1.1.2.6 قساوة البيتومين

إن العلامة المميّزة الجوهرية لأنواع البيتومين هي قساوتها التـــي تنتج من خلال درجات الحرارة المختلفة المستخدمة أثناء تصنيع البيتومين المقطر وبالتالي من خلال تزايد التبخر

للعناصر الأساسية سهلة التبخر .

وبالنظر إلى القساوة يمكن التمييز بين أنواع البيتومين المقطر B200, B80, B65, B45, B25 ويجري تحديد القساوة عبر تجربة الوخز الإبري حسب DIN 52010 وبذلك يحسب عمق الدخول لإبر الاختبار المحددة في البيتومين، ويمكن أن تحقق بيتومينات التقطير قساوات بين B25 وB200 هذا يعنـــي عمق دخول إبري بين 2,5 و20,0 mm.

ولإنتاج أنواع بيتومين قاسية تستخدم أكسدة اصطناعية عبر نفخ الهواء في البيتومين السائل غير اللزج والساخن، ونحصل أيضاً على بيتومين أكثر قساوة لاستخدامات أخرى عندما نستطيع إبعاد عناصر أخرى إضافية من البيتومين سهلة التبخر عبر تسخين البترول في الفراغ (خال من الهواء).

2.1.2.6 سلوك التشوه

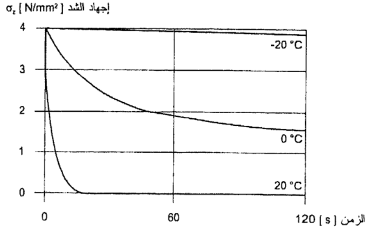
يحدد سلوك التشوه عبر نقطة التليّن (الحلقة والكرة) (EP RUK)، ويحدد تشكل الشقوق في البيتومين في درجات الحرارة المنخفضة عبر نقطة الانكسار حسب FRAAS (BPFr) ويسمى المجال الحراري بين نقطة التلين الحلقة والكرة ونقطة الانكسار حسب FRAAS بالمجال اللدن ويصف مجال درجات الحرارة المستخدمة.

يتعلق معامل المتانة للبيتومين بزمن التحميل، هذا يعنـــي أن التشوه نتيجة للتحميل يتكوّن من الأجزاء المرنة واللزجة، وكلما كان زمن التحميل أقصر ودرجة الحرارة منخفضة كلما كان الجزء المرن أكبر، وبالمقابل كلما كان زمن التحميل أطول ودرجة الحرارة مرتفعة كلما كان جزء التشوه اللزج تبعا لذلك أكبر، ويتأثر هذا السلوك للإسفلت من خلال البيتومين.

يمكن للبيتومين أن يتغلب على الاجهادات الناجمة عن التشوهات الإجبارية عبر الارتخاء وتتعلق سرعة التغلب على هذه الاجهادات بدرجة الحرارة ونوع البيتومين، وتمثّل مقدرة الارتخاء هذه شرطاً لأسلوب الإنشاء الخالي من الفواصل، وارتخاء البيتومين والإسفلت هام بخصوص التكتيم عندما يتعرّض المنشأ لتشوهات نتيجة للهبوطات.

يبيّن الشكل (6-6) تناقص القوى الناجمة عن التشوهات الإجبارية بالعلاقة مع درجة الحرارة عبر الزمن ويتضح جلياً أن انخفاض الاجهادات يجري نتيجة الارتخاء عند درجة

حرارة منخفضة ببطء شديد، لذلك يكون خطر تشكل الشقوق كبير جداً في درجات الحرارة المنخفضة.



الشكل 6.6: ارتخاء البيتومين بالعلاقة مع درجة الحرارة (حسب DÜBNER,O.J)

نعرّف الشيخوخة بأنها التغيرات الزمنية لمواصفات البيتومين، فعملية التقسية نتيجة الشيخوخة تزيد القساوة وتقلل إمكانية الارتخاء وإمكانية التشوه للبيتومين وبالتالي خطر تكوّن الشقوق، وحسب قانون الطبيعة تنحصر عملية الشيخوخة هذه على السطوح الخارجية التـــي يدخل إليها أكسجين الهواء والأشعة البنفسجية (UV) والأشعة تحت الحمراء (IR).

2.2.6 الإسفلت

نصف طريقة الإنشاء بالإسفلت بأنها طريقة إنشاء مرنة مقارنة بأسلوب الإنشاء بالبيتون على اعتبار أن الإسفلت قادر على امتصاص وملاءمة التشوهات الإجبارية لطبقة الأساس نتيجة للهبوطات وذلك حسب خاصية الارتخاء، وبذلك يكون الإسفلت جيد خصوصا لتكتيم السطوح الكبيرة للمنشآت التـــي ينتظر فيها ظهور هبوطات في بداية مرحلة الاستخدام.

يتكون الإسفلت من مواد مينرالية (حصويات) ومواد ربط مثل البيتومين ومواد إضافية مثل الألياف. والإسفلت كتيم عندما يكون حجم الفراغ للإسفلت ≥ 3-2% من الحجم،

يجب أن نحافظ على هذا الحجم من الفراغ طالما أنه ضروري لديمومة ولصلاحية الاستخدام وهذه الشروط الطرفية يجب المحافظة عليها في الشروط الواقعية في الورشة.

لا تظهر المواد الإسفلتية أية ظواهر حت وجرف عندما تخترقها المياه، ومواصفات التماسك بين الحصويات والبيتومين وكذلك تماسك البيتومين تمنع هذه الظواهر. ويمكن التمييز بين الإسفلت المسكوب والإسفلت المدحول.

1.2.2.6 الإسفلت المسكوب

يتميّز الإسفلت المسكوب من خلال زيادة البيتومين فيه، وهذا النوع من الإسفلت يكون سهل التصنيع والتنفيذ، ويجب ألا يخضع للدحي والرص.

يكون الإسفلت المسكوب عادة إسفلت كتيم، غير أنه يمكن أن تظهر نفاذية عندما يطبق عليه إجهاد الشد (مثلاً أثناء الاستخدام في مناطق تبدّل منسوب الماء من خلال التمدد والتقلّص نتيجة لتغيرات درجات الحرارة اليومية والفصلية) وتؤدي اجهادات الشد لتكوّن الشقوق في السطح الحر وبالتالي إلى النفاذية.

2.2.2.6 البيتون الإسفلتـــي

إن سلوك التشوه للبيتون الإسفلتـــي المستخدم في المنشآت المائية يقع تقريباً بين الإسفلت المسكوب والإسفلت المرصوص أو المدحي الكلاسيكي، وتوضع متطلبات خاصة لأعمال الرص المنفّذة في هذه المنشآت، ويجب تأمين حجم الفراغ اللازم مسبقاً أثناء الإنشاء باعتبار أنه لا يتبع رص لاحق مثل الشوارع، ويؤمن حجم الفراغ العزل للمياه والديمومة ولقد شرحت المواصفات والمتطلبات وطرق الإنشاء في "نصائح لتنفيذ أعمال الإسفلت في المنشآت المائية" (EAAW, 1983).

يستخدم البيتون الإسفلتـــي في المنشآت المائية للحصول على النواة العازلة أو الستائر العازلة وباعتبار أن الإنشاء يتم غالباً على السطوح المائلة حيث تستخدم أجهزة رص (مداحل) خفيفة وبالتالي يمكن أن تطبق طاقة رص قليلة. ويجب استخدام أنواع من البيتون الإسفلتـــي سهلة الرص وحاوية على نسبة عالية من البيتومين ومحتوى كبير من الفلتر (الحشوة). ويكون الاستقرار ذا أهمية ثانوية عندما لا يتواجد تحميل عبر وسائل النقل،

وعندما تكون السفوح أو المنحدرات ذات ميل حاد أو عندما يكون من المتوقع حدوث تأثيرات حرجة يتم عادة إضافة مواد على شكل ألياف إلى البيتون الإسفلتـــي حيث تزيد الاستقرار.

باعتبار أن السطح الخارجي للإسفلت يصبح هشاً نتيجة الشيخوخة مع الزمن، تنشأ مع الزمن شقوق شبكية على السطح الخارجي، وعبر معالجة ملائمة للسطح الخارجي يمكن التغلب على شيخوخة السطح الخارجي بشكل دائم.

3.2.6 لفائف البيتومين

يمكن التفكير بمجال استخدام لفائف البيتومين بالعلاقة مع الحماية من الفيضان في عزل الأبنية (على سبيل المثال الأقبية والخزانات) في المناطق المهددة من الفيضان (انظر الفقرة 8.1.7).

ونطلق تسمية لفافة البيتومين على الشرائح ذات العرض 1 متر وحتى 10-5 متر طول، والتـــي تتكون من مواد حاملة مشربة بالبيتومين. ويمكن أن تكون المواد الحاملة من الكرتون أو اللباد الخام والنسيج الزجاجي والنسيج من الجوت والتـــي تدهن على الجهتين بالبيتومين المؤكسد المملوء أو النقي وترش الطبقات السطحية بالتالك والأردواز والرمل الطبيعي لكي تمنع التصاق الطبقات أثناء لف شرائح البيتومين من جهة ومن جهة أخرى لحماية البيتومين من الهشاشة والشيخوخة مع الزمن، ونميز بين الأنواع الآتية:

- لفائف بيتومين السطح (السقف)،
- لفائف بيتومين عزل السطح (السقف)،
- لفائف لحام (بيتومينـــي)،
- بيتومين البولمير - لفائف لحام.

تستخدم للتسمية حروف وأعداد، والتـــي تعطي المواد الحاملة وسماكة الشرائح لنسبة البيتومين المحلول ويتضمن الجدول (6-2) على سبيل المثال بعض التسميات لشرائح البيتومين.

وسميت المواصفات الأخرى كما يلي:

- *G200S5*

مادة حاملة من النسيج الزجاجي بوزن 200 g/m^2 كخط لحام بسماكة 5 mm.

- *J300DD*

مادة حاملة من نسيج الجوت بوزن $300\ g/m^2$ كشريحة عزل سقفية.

- *PV250 PYS4*

مادة حاملة من الصوف الخام والألياف والبوليستير بوزن $250\ g/m^2$ وبيتومين معدل بالبوليمير كشريحة لحام بسماكة 4mm.

وحسب ضغط الماء يتم الجمع بين شرائح البيتومين المختلفة.

الجدول 2.6: تسمية شرائح البيتومين

التسمية	التوصيف
V60	شريحة بيتومين بصوف زجاجي بوزن $60\ g/m^2$
G200	شريحة بيتومين بنسيج زجاجي بوزن $200\ g/m^2$
J300	شريحة بيتومين بنسيج من الجوت بوزن $300\ g/m^2$
R500	شريحة بيتومين من الكرتون أو اللباد الخام بوزن $500\ g/m^2$
PV250	شريحة بيتومين من الصوف الخام والألياف والبوليستير بوزن $250\ g/m^2$

3.6 ملاط البناء والطينة

أثناء تشييد الجدران والأرضيات وأثناء إملاء الفجوات والأوكار وأعمال الطينة يمكن استخدام أنواع عديدة من الملاط في المناطق المهددة بالفيضان والتـــي تتعرض دوماً أو بشكل متكرر للفيضان (على سبيل المثال جدران الأقبية)، وتحتاج إلى طرق إنشاء مناسبة لكي يتم تخفيض الأضرار قدر الإمكان، ولأجل ذلك يلزمنا اختيار مواد بناء مناسبة. والملاط هو خليط من مادة رابطة ورمل وكمية محددة مضافة من الماء حسب كمية المادة الرابطة (وبحالات خاصة).

1.3.6 ملاط البناء

يمكن استخدام المواد الآتية كمادة رابطة في أنواع الملاط المختلفة للبناء في المناطق المهددة بالفيضان:

- كلس بناء (جير بناء)،

- الإسمنت،

- رابط للطينة والجدار.

ويمكن أن نميز بين:

- *ملاط عادي*،

مواد إضافية بقوام كثيف وكثافة حقيقية جافة ≤ 1,5 kg/dm^3

- *ملاط خفيف*،

بالعادة مواد إضافية بقوام مسامي وكثافة حقيقية جافة أقل من 1,5 kg/dm^3

- *ملاط سريري خفيف*،

ملاط إسمنتـــي مع مواد إضافية ≥ 1 mm مع إضافات.

ويمكن ملاحظة تركيب أنواع الملاط العادية المختلفة في الجدول (6-3)، كما يتضمن الجدول (6-4) المطلوب من الملاط الطبيعي.

الجدول 3.6: نسب الخلط في نسبة الفراغ من الملاط الطبيعي

مجموعة الملاط	الجير الهوائي: عجينة الجير	الجير الهوائي: هيدرات الجير	الجير الهوائي (HL2)	الجير المائي (HL5) رابط البناء والطينة (MC5)	الإسمنت	رمل رطب متوضع من الصخر الطبيعي
I	1	–	–	–	–	4
	–	1	–	–	–	3
	–	–	1	–	–	3
	–	–	–	1	–	4,5
II	1,5	–	–	–	1	8
	–	2	–	–	1	8
	–	–	2	–	1	8
	–	–	–	1	–	3
IIa	–	1	–	–	1	6
	–	–	–	2	1	8
III	–	–	–	–	1	4
IIIa	–	–	–	–	1	4

الجدول 4.6: المطلوب من الملاط الطبيعي

مجموعة الملاط	مقاومة الضغط الدنيا في عمر 28 يوم كقيمة وسطية		مقاومة القص الدنيا في عمر 28 يوم
	أثناء اختبار الملائمة N/mm^2	أثناء اختبار الجودة N/mm^2	القيمة الوسطية أثناء اختبار الملائمة N/mm^2
I	–	–	–
II	3,5	2,5	0,10
IIa	7	5	0,20
III	14	10	0,25
IIIa	25	20	0,30

2.3.6 ملاط الطينة

نميز من حيث ملاط الطينة بداية كلاً من:

- الطينة الداخلية و
- الطينة الخارجية.

تستخدم في أنواع الطينة الداخلية كمواد رابطة كل من الجير الإنشائي والجبس أو الانهدريت ولذلك لا ينصح باستخدامها في المناطق المهددة بالغمر، ويمكن أن تنفذ أنواع الطينة الخارجية كطينة مانعة للماء أو صادّة للماء، ولا توجد حالة يكون فيها ملاط الطينة مناسباً لتأمين كتامة منشأة ضد الماء والتأمين ضد الفيضان.

4.6 المنشآت الجدارية الحجرية الطبيعية

في الغالب يجب إنشاء جدران عمودية حول المجاري المائية المتواجدة ضمن المدن على اعتبار أنه لا يوجد مكان لإنشاء وتوضع جدران مائلة من مواد ترابية، وتنفذ الجدران كمنشآت جدارية حجرية طبيعية لأسباب إيكولوجية وتصميميه.

تتكون هذه الجدران الحجرية الطبيعية من الحجارة الطبيعية والملاط وفي الأجزاء المتعرضة لحمولات قليلة ويمكن تشييد الجدار بدون استخدام للملاط ويجب أن نتجنب الجدران الملساء (جدران ملساء بدون تجاويف)، حيث أن التجاويف المفتوحة في المجاري المائية يمكن

أن تكون مرتعاً للأحياء الصغيرة، وبذلك تساهم هذه المواقع في رفع تكاثر هذه الأحياء وتنوعها.

ويجب ألا يسمح بالحصول على الأحجار الطبيعية لإنشاء الجدران المتعرضة للحمولة إلا من الصخور الجيدة وغير المهشمة، وتكون قابلية امتصاص الحجارة الطبيعية للماء قليلة بشكل كاف بحيث أنها تملك عادة مقاومة عالية للتجمد. ولكن لا يمثل استقرار الصخور أو ثباته أمام التجمد دوماً حداً حاسماً أو مهماً على اعتبار أنه بالقرب من المجاري المائية تكون إعادة التشكيلات شبه الطبيعية ذات أهمية كبيرة وبالتالي تكون عمليات التجوية والتعرية مرغوب بها، والجدول (6-5) يتضمن كيفية اختيار الصخور الطبيعية.

يصنف الجدار الحجري الطبيعي بعد تنفيذه بدرجات جودة N1 - N4 الجدول (6-6).

ويجب أن يستخدم الملاط العادي من مجموعة الملاط III وIIIa وتبلغ نسبة الخلط (1 إسمنت: 4 رمل)

الجدول 5.6: بيانات تعريفية للحجارة الطبيعية (PATT et al. ,1998)

الصخر	المكونات المنراليه (المعدنية)	الكثافة الخام kg/m^3	مقاومة الصدم (عدد الصدمات حتى التهشيم)
الصخور الصلبة			
غرانيت	فيلد سبات، كوارتز، ميكا	2600– 2800	10– 12
سيانيت	فيلد سبات،هورنبلاند	2600– 2800	10– 12
ديوريت	هورنبلاند، فيلد سبات	2700– 3000	10– 15
الصخور الاندفاعية			
بازلت	فيلد سبات، اوجيت، اوليفين	2900– 3000	12– 17
دياباز	أوجيت، فيلد سبات	2800– 3000	11– 16
دياباز بور فيري	فيلد سبات،كريستال	2500– 2800	11– 13
الصخور الرسوبية			
صخر كلسي	كلسيت،كوارتز، ميكا	(1700)– 2800	–11
دولوميت	طين	2500– 2700	8– 10
صخور حاوية على الجير	صخر كلسي مع مغنيزيوم	2600– 2700	10– 15
كونغلوميرا	صخر رملي شفاف	1600– (2400)	
	كونغلوميرا كربوناتية		

الجدول 6.6: القيم الدالة لبيان درجات الجودة للجدران الحجرية الطبيعية (حسب DIN 1053 الجزء 1)

درجة الجودة	التقسيم الأساسي	ارتفاع التجاويف/طول الحجرة (h/l)	ميل تجويف التوضع $\tan \alpha$	معامل النقل (التعميم) η
N_1	جدار حجري مكسر	$\leq 0,25$	≤ 0.30	$\geq 0,5$
N_2	جدار متطبق من حجارة مصنّعة	$\leq 0,20$	≤ 0.15	$\geq 0,65$
N_3	جدار متطبق	$\leq 0,13$	≤ 0.10	$\geq 0,75$
N_4	جدار مربع (من حجارة مربعة نظامية)	$\leq 0,07$	≤ 0.05	$\geq 0,85$

5.6 الألمنيوم

يعد الألمنيوم بوزنه النوعي $2,7\ g/cm^3$ من المعادن الخفيفة، وبنفس الوقت يملك الألمنيوم متانة عالية بالمقارنة مع المعادن الأخرى ومقاومة كافية إلى جيدة للصدأ في الهواء واعتماداً على هذه الميزات يستخدم الألمنيوم في الإنشاءات الآتية:

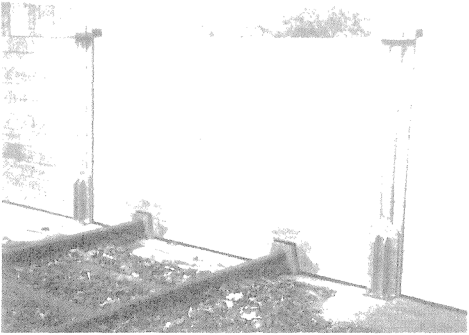
- إطارات النوافذ والأبواب،
- واجهات، تغطية السقوف والجدران،
- مفصلات وأوجه،
- دعائم،
- الدرابزونات،
- بروفيلات حاملة (مقاطع حاملة).

يفضل استخدام الألمنيوم في الحماية من الفيضان بشكل إطارات ودعائم وعوارض للسدات (الشكل 6-7) وألواح حاجزة ومنشآت الحماية من الفيضان المتحركة (انظر الفقرة 5-1-7).

1.5.6 المواصفات

يبلغ معامل مرونة الألمنيوم (E - Modul) حوالي $70000\ N/mm^2$ ويبلغ بذلك تقريباً 1/3 معامل مرونة الحديد، بينما يبلغ معامل التمدد الطولي الحراري (1/K) $\alpha_T = 23.10^{-6}$ وهو بذلك أكبر بـــ 2,3 مرة من معامل التمدد الحراري للفولاذ، وعند التأثير الدائم للأحمال

التــي تتجاوز 50% من الحمولة الكلية فان تأثير الزحف (creep) يكون كبيراً بحيث يجب تخفيض الحمولات المسموحة (في الحالة الأسوأ) بمعامل تخفيض يساوي 0,8. ويوضح الجدول (6-7) متانة القص لمختلف خلائط الألمنيوم.



الشكل 7.6: منشآت الحماية من الفيضان بعناصر تشكل جدار من عوارض الألمنيوم

تنتج مقاومة الألمنيوم العالية الصدأ (عدا النحاس كعنصر خليط) الناتج عن العوامل المناخية (أيضاً المناخ الساحلي) من خلال طبقة الأكسدة التــي تتكون مباشرة على السطح الخارجي للألمنيوم، حيث أنه مع تخريب هذا السطح الخارجي تتجدد طبقة الحماية هذه مرة أخرى بشكل سريع جداً.

يمكن أن تحسن طبقة الأكسدة اصطناعياً بالنظر إلى السماكة والكتامة عبر الأكسدة الكهربائية (الألمنيوم المؤكسد كهربائيا(Eloxal) وتكون طبقة الألمنيوم المؤكسدة كهربائياً في مجال قيم PH بين 4 و9 ثابتة ومستقرة بشكل كاف.

عبر التطبق يمكن أن يستمر تحسن مقاومة الألمنيوم الصدأ، لكن ومع الزمن يزال التطبق وتزال طبقة الصدأ ويجب أن تنشأ مرة أخرى عبر تطبق جديد.

الجدول 7.6: متانة الشد لمختلف خلائط الألمنيوم

الألمنيوم خليطة كتلية	غير قابل للتقسية	قابل للتقسية	خليطة لدنة	خليط صب	متانة الشد
AL 99,5	×				$30\ N/mm^2$ تقريباً
ALMg1	×		×		$180\ N/mm^2$ تقريباً
ALMn1	×		×		$180\ N/mm^2$ تقريباً
ALMgSi1		×	×		$320\ N/mm^2$ تقريباً
ALZnMgCu1,5		×	×		$520\ N/mm^2$ تقريباً
G-ALSi10Mg		×		×	$400\ N/mm^2$ تقريباً
$G\text{-}ALMg^3$	×			×	$180\ N/mm^2$ تقريباً

2.5.6 التصنيع

تصنع مقاطع الألمنيوم (مثلاً عوارض السدات أو الحواجز) عادة بواسطة ضغط العناصر لذلك تستخدم خلائط الألمنيوم التـــي تنشأ متانتها عبر المعالجة الحرارية (التقسية).

يمكن أن يربط الألمنيوم عبر اللحام الذي يحتاج إلى نفس حرارة الانصهار للحام كما هو الحال في الفولاذ بالرغم من أنه يملك حرارة انصهار أقل وناقليه حرارية كبيرة. وتبلغ درجة حرارة الانصهار لطبقة الأكسدة تقريباً 2000°C وحتى تصل طبقة الأكسدة إلى الحالة السائلة يلزمنا طرق لحام خاصة ويجب أن تزال المادة السائلة الضرورية لذلك تتم هذه العملية بدون أية بقايا بعدها.

طرق اللحام الممكنة هي طرق اللحام صهراً بالأرغن كغاز حماية أو اللحام بطريقة الغاز الداخلي لفولفرام، حيث تخرب طبقة الأكسدة الموجودة عبر التأثير المنظف للقوس الضوئي.

6.6 الفولاذ

الفولاذ من المواد الإنشائية التـــي تكون فيها كتلة الحديد أكبر من أي عنصر آخر فيها وبشكل عام تحتوي على كتلة من الفحم أقل من 2%. وبشكل خاص يستخدم الفولاذ في الحماية من الفيضان في منشآت الحماية المتحركة، وتلك هي ذات الأجزاء المصنّعة مسبقا والجاهزة للتركيب (العناصر المتحركة من الهدارات وبوابات الحماية من الفيضان الكبيرة) وكذلك الحال بالنسبة للدعائم ومواد الأنابيب.

واعتماداً على الوزن النوعي الكبير للفولاذ ($\rho = 7,85\ g/Cm^3$) ومتانته العالية على الشد والضغط، يستخدم عملياً في الحماية من الفيضان فقط في تلك الأمكنة التـــي تستوجب منشآت متينة خاصة، وهذه الأمكنة هي العناصر كثيرة الحركة في جدران الحماية المتحركة من الفيضان (مثلاً مفاصل بوابات الحماية ونقاط التثبيت والدعائم العمودية لجدران الحماية من الفيضان المتحركة).

ونميز بين أنواع الفولاذ المختلفة حسب النورم (الكود الأوروبي) 20 بالنظر إلى:

- المواصفات الميكانيكية (أنواع الفولاذ الأساسية، أنواع الفولاذ النوعية وأنواع الفولاذ غير القابل للصدأ).
- التركيب الكيميائي (نقي، خليط بسيط، وخليط).

الجدول 8.6: المواصفات الخاصة لأنواع الفولاذ الأساسية

الخاصية / الاختبار	القيمة الحدية
متانة الشد R_m	$690\ N/mm^2 \geq$
حدود الإجهاد المحدث للتطاول R_{eH}	$360\ N/mm^2 \geq$
تمدد الانكسار A5	%26 ≥
قطر الإطار في اختبار الفلطحة	≤ سماكة العينة
العمل المؤدي للتشقق A_v	27 joule ≤
القساوة	≥ 60 HRB
المحتوى من:	
الكربون	≥ %10
الفوسفور	≥%0,05
الكبريت	≥ %0,05
الآزوت	≥%0,007

ينتمي إلى أنواع الفولاذ الأساسية فقط الأنواع غير الخليطة من الفولاذ والتـــي يجب أن تحقق شروط التوريد الآتية:

- يمكن ألا تقدم شروط المعالجة الحرارية،
- يجب أن تقع المواصفات في حدود القيم المعطاة في الجدول (8-6)،

- خواص الجودة الخاصة الأخرى غير ممكنة.

تعد جميع أنواع الفولاذ الخليطة تقريباً من أنواع الفولاذ الثمينة وخواصها الأساسية هي:

- المحتوى المحدد من المواد الإضافية غير المعدنية،
- الملاءمة للسقاية أو لتقسية السطح الخارجي،
- محتوى قليل من مرافقات الحديد غير المرغوب فيها،
- متطلبات لمواصفات خاصة.

تسمى أنواع الفولاذ التـــي لا تعد من أنواع الفولاذ الأساسية أو غير القابلة للصدأ كأنواع خاصة أو نوعية:

في الأعمال الإنشائية يمكن أن نميز بين أنواع الفولاذ الآتية:

- أنواع الفولاذ الإنشائية العامة

لقد تم تعريف أنواع الفولاذ غير الخليط بشكل جوهري في DINEN10025 عبر متانة الشد وحدود الإجهاد المحدث للتطاول في درجة الحرارة المحيطة.

- أنواع الفولاذ الإنشائية المقاومة للطقس

يسمى الفولاذ الإنشائي، الذي يحتوي على 0,5 - 0,3% من كتلته نحاس خليطه، حيث أن طبقة التغطية من النحاس تؤدي إلى جعل عملية التأكسد بطيئة أو تمنعها بشكل كامل. وتم وضع القواعد الناظمة في نورمات – DASt رقم 007 (DASt, 1993).

- أنواع الفولاذ الإنشائية ذات الحبات الناعمة

تملك أنواع الفولاذ ذات الحبات الناعمة والقابلة للانصهار تجانساً مرتفعاً عبر المواد المضافة (مثلاً النيكل والمنغنيز) وتكون متانة الشد والتشوه الحدي أعلى من تلك التـــي تخص أنواع الفولاذ الإنشائية العامة.

- أنواع الفولاذ المقاومة للصدأ

تصنع هذه الأنواع عبر الخلط مع الكروم بنسبة كتليه على الأقل 12% وتتكون طبقة سطحية مستقرة (غير فعّالة) والتـــي تتجدد كلما أصابها جروح أو تلف، ولقد ورد شرح وتحديد أنواع الفولاذ المقاومة للصدأ في DIN 17440.

- *أنواع الفولاذ البيتونية*

أنواع الفولاذ غير الخليطة بمواصفات لحام جيدة جداً واردة في DIN 488.

- *أنواع فولاذ الشد*

يجب أن تملك مثل هذه الأنواع من الفولاذ بشكل واضح متانة عالية مقارنة بالفولاذ البيتونـــي بسبب تشوهات أو تشكيلات البيتون المرتبطة بالزمن والحمولة (الزحف والتقلص) ويضم تقرير لجنة مراقبة المنشآت في المعهد الألمانـــي لتقنية البناء كيفية استخدام فولاذ الشد (DIBt).

7.6 الخشب

يمكن أن يستخدم الخشب كمادة إنشائية في الحماية من الفيضان فقط لفترة زمنية محددة باعتبار أن ديمومته محدودة، عدا المتانة الكافية فلا توجد متطلبات أخرى خاصة للخشب والعناصر الإنشائية الأخرى عند استخدامها في أعمال الحماية من الفيضان الآنية (المتقطعة، العرضية). ولكن بسبب كونها تلائم غالباً المعطيات المحلية بدون مشاكل عبر إنشائها أو قصها المناسب، فإنها بشكل خاص تناسب إجراءات الحماية الخاصة، ولذلك يمكن أن نعدد استخداماتها كالآتي:

- تكتيم الفتحات باستخدام ألواح الخشب (الشكل 6-8 a)،
- الرفع المؤقت للجدران المتحركة المستخدمة للحماية من الفيضان (الشكل 6-8 b)،
- إنشاء مناضد وأرصفة لتخزين بضائع اقتصادية بأمان من الفيضان،
- إنشاء ممرات جافة عبر جسور خشبية،
- تأمين عتبة السد المشبعة بالماء (المتشربة).

ويمكن للمرء أن يميّز بين:

- الخشب المدور الإنشائي،
- خشب مقطّع بمقاطع إنشائية،
- خشب بطبقات رقيقة (ألواح)،
- مواد صناعية خشبية.

الشكل 8.6: أمثلة عن استخدام الخشب في الحماية من الفيضان a) الحماية المؤقتة لمدخل عبر ألواح الخشب b) الرفع المؤقت لجدار الحماية من الفيضان عبر ألواح الخشب

يكون الخشب المدور الإنشائي من جذوع أشجار غير مصنعة أو طبيعية والتـــي تستخدم وهي بشكلها الطبيعي ونفرق بينها بالنظر إلى المتطلبات الآتية:

- درجة جودة I خشب مدور إنشائي بإمكانية حمل عالية خاصة،
- درجة جودة II خشب مدور إنشائي بإمكانية حمل عادية،
- درجة جودة III خشب مدور إنشائي بإمكانية حمل قليلة.

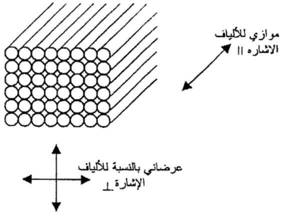
ينشر الخشب بمقاطع إنشائية من جذوع الأشجار غير المصنعة بأبعاد مختلفة، ونميز حسب معايير التصنيف للأخشاب المصنّعة من الأشجار الابرية (مراقبة بصرية (عينية)) بين:

- الدرجة S 7: قطع خشبية بقابلية بسيطة للتحميل.
- الدرجة S 10: قطع خشبية بقابلية عادية للتحميل.
- الدرجة S 13: قطع خشبية بقابلية فوق المتوسط للتحميل.

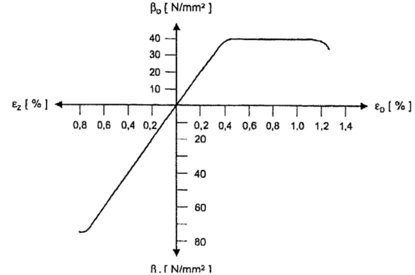
وتسمى درجات التصنيف السابقة بالمراقبة الآلية Ms7 وMs109 وMs13.

يستخدم مصطلح مادة صناعية خشبية كمصطلح جامع للخشب الصفائحي والألواح المضغوطة والألواح الليفية وبالتالي هي عبارة عن عناصر على شكل ألواح، وبالنظر إلى المقاومة وسلوك التشوهات للخشب يكون من الأفضل أن نصنع نموذجاً من مقاطع أنبوبية متوازية شبيهة لما هو وارد في الشكل (6-9). يتكون الخشب ذو الطبقات الرقيقة على الأقل من ثلاث رقائق منفصلة وتصنع بالنظر إلى الطول والسماكة بأبعاد مختارة وتلصق الرقائق المنفصلة إلى بعضها بعضاً بالغراء.

تتغير المواصفات بشكل طولي وعرضي حسب اتجاه الألياف (مادة بناء غير متناظرة)، ولكي نتغلب على عدم تجانس المادة الصناعية من الخشب نصنع ونستخدم الخشب بطبقات رقيقة: كالخشب المضغوط وخشب الرقائق والألواح الليفية كمواد صناعية، وجرت العادة أن يحمّل الخشب بالاتجاه الطولي للألياف. لقد وضع الخط البيانـــي لإجهاد وتمدد الألياف المتوازية المحملة للخشب كمثال في الشكل (6-10). ويمنع استخدام أخشاب المناطق الحارة لأسباب تتعلق بحماية البيئة.



الشكل 9.6: نموذج لتوضيح مواصفات المتانة والتشوهات للخشب



الشكل 10.6: منحنـــي الإجهاد والتمدد لخشب محمل على الضغط والشد باتجاه الألياف

8.6 مواد البلاستيك

مواد البلاستيك هي مواد تتكون من جزيئات الكربون والهيدروجين والأوكسجين ويرجع تنوع المواد البلاستيكية الحقيقية إلى ذرات الكربون التـــي ترتبط مع بعضها ومع العناصر الأخرى بأساليب مختلفة، وتؤثر الفروقات الناتجة في البناء الجزيئي بإحداث فروقات كبيرة بالنظر إلى المواصفات وبالتالي إلى الاستخدامات.

تستخدم هذه المواد للحماية من الفيضان بشكل رقائق بلاستيكية لتكتيم وتغطية السطوح الكبيرة (مثلاً تكتيم السدات بأكياس الرمل) انظر الفقرة (7-1-5-4) وفي الأنظمة البديلة (أكياس الرمل) انظر الفقرة (7-1-5-5) بشكل أشرطة عزل للفواصل في المنشآت انظر الفقرة (7-1-8) وفواصل العمل في جدران الحماية من الفيضان (انظر الشكل 6-11) وككتل إملاء لعزل مواقع ضعيفة صغيرة.

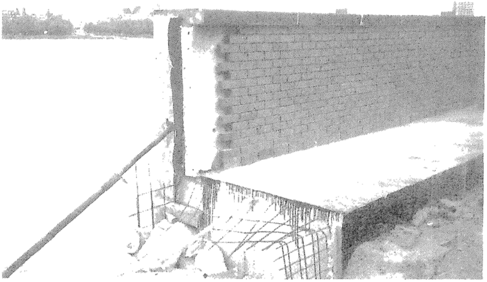
وبالنظر إلى أنواع المواد البلاستيكية نميز بين:

- البلاستيك الحراري،
- البلاستيك المقاوم للانحلال،
- المطاط.

أنواع البلاستيك الحراري متماسكة وتنصهر بدرجات حرارة عالية، ولا تتراخى أنواع البلاستيك المقاوم للانحلال في درجات الحرارة العالية وهي قاسية نسبياً ولها مقاومة كيميائية عالية، والمواد البلاستيكية المرنة تملك سلوكاً مطاطياً مرناً في مجال درجة حرارة المحيط. هذا يعني أن لها قابلية كبيرة للتمدد وتمدد انكسار عالي ويمكنها أن تتحمل التمدد والحركة، ويبين الشكل (6-11) إنشاء فجوة في العمل (وصلة تمدد).

لعزل الأبنية (منع دخول المياه، انظر الفقرة 7-1-8 والشكل 7-91) تستخدم لفائف شريطية للعزل ورقائق حماية. تلصق أشرطة العزل على عكس رقائق الحماية الإنشائية بالبيتومين الساخن على شكل كتل لاصقة أو بمواد لاصقة تحوي محاليل على طبقة قاعدية قابلة للتحميل، بينما تصنع رقائق الحماية الإنشائية من PVC (Poly Vinyl Chlorid) والبولي إيتلين PE (Polyetlen) بسماكة تقريباً بين 0,02- 0,4 mm.

يكون تخريب البلاستيك مع الزمن والهشاشة بسبب الشيخوخة (بسبب تأثير الهواء على مساحات كبيرة) هو الأمر الهام لاستخدام دائم (أو ذو ديمومة) لرقائق الحماية الإنشائية، وأثناء تصنيع الـ PVC الطري تضاف مواد مليّنة بنسبة 20- 60% من الكتلة تقريباً، فكلما كانت نسبة المواد المليّنة أكبر كلما كانت المتانة أقل وكلما كانت قابلية التمدد أكبر.



الشكل 11.6: إنشاء وصلة عمل لجدار حماية من الفيضان - تؤمن الكتامة عبر شريط كتامة مطاطية عمودية

وفي الماضي أدى انتقال المواد الملّينة من الـــ PVC الطري إلى تخريب الـــ PVC الطري البلاستيكي المطاطي الأصلي في درجة حرارة المحيط وإلى أضرار عديدة.

على العكس من الـــ PVC الطري يملك البولي إيتلين والمواد البلاستيكية والمطاطية الأخرى مقاومة كبيرة للشيخوخة.

7. تدابير الحماية من الفيضان

HANSJÖRG BROMBACH. ROLF DILLMANN. HEINZ PATT.
WERNER RICHWIEN. RENHARD VOGT

لقد نشأت في الماضي كثير من المدن لأسباب اقتصادية واستراتيجية على المجاري المائية، وتم اخذ الاحتياطات لتجنب خطر الفيضان الناشئ من المياه عن طريق تفضيل السكن فوق الأجزاء المرتفعة من أودية المجارى المائية بعيداً عن أودية المياه وبذلك يتم تجنب أغلب حالات الفيضان.

ومع التطور الاقتصادي أدى التمركز المتنامي للناس والممتلكات في أجزاء المدينة المزدحمة صناعياً وسكانياً إلى أنه مع الزمن تم استغلال المناطق غير المستثمرة سابقاً بجانب الأنهار بشكل مكثف أو أقل كثافة وهذا يخص أودية المجاري النهرية أيضاً.

في هذه المناطق يكون الناس والممتلكات معرضين للفيضان بشكل كبير، وتراجع الكثافة السكانية والاستغلال في هذه المناطق غير ممكن اليوم إلا لبعض الحالات الاستثنائية، وتدابير الحماية من الفيضان التـــي ترتبط باحتياج كبير للمساحة لا يمكن أن تنفذ في الأجزاء المدنية المكتظة بالسكان والممتلكات بسبب ظروف ضيق الأمكنة.

إن تدابير الحماية من الفيضان المعطاة والمشروحة في هذا الكتاب تتركز على الظروف في الأجزاء من المدينة المكتظة بالسكان والممتلكات، ويجب أن نبين في ما يلي كيف يمكن تخفيض أضرار الفيضان بمساعدة (انظر أيضاً BayStMLU, 1998):

- تدابير إنشائية (منشآت وقائية)،
- تجهيز موّجه حسب الهدف للجهات المكلّفة بدرء الفيضان وللسكان القاطنين في الأماكن المجاورة للأنهار (تدابير تنظيمية وإجرائية)،
- تكامل مثالي لمجمل إجراءات الحماية من الفيضان (إدارة إجراءات الفيضان).

ترتيب مثالي لكافة تدابير الحماية في حالة الفيضان (إدارة التدابير) (انظر BayStMLU, 1998).

يجب أن تنحصر نصائح وإرشادات هذا الكتاب على توجهات أساسية، ويجب أن ننظر إلى الطرق المعروضة بتمعّن ككاتالوكات للأفكار الأساسية والتـي يجب أن تدمج أثناء التخطيط للحماية من الفيضان بشكل فعّال، لذلك يجب ألا نهمل أيضاً العوامل الاجتماعية والاقتصادية والايكولوجية.

ويجب أن نؤكد هنا مره أخرى بأن تدابير الحماية المشروحة في هذا الفصل يجب أن ينظر إليها دوماً بالعلاقة مع التدابير المتخذة في المساحة المتوفرة (إدارة مساحة الفيضان - انظر الفقرة 7-3).

مع كل قطرة ماء نستطيع تخزينها في الحوض الساكب نخفض بها التصاريف الأعظمية (تصاريف القمة) ومناسيب المياه وبذلك نقلل الأضرار الناجمة عن الفيضان.

ولهذا توجد اليوم عدة مشاريع واستراتيجيات على مستوى البلدان لكامل أودية الأنهار، (انظر مثلاً WORRESCHK, 1999; DAPP and EILMANN, 1999; UBA, 1999; BUNDESAMT for BAUWESEN and RAUMORDUNG 1998, GÖTTLE, 1999; ENGEL, 1996; IMNENDORF, 1997; BAYLFW, 1998; IKSR, 1998; KLEEBERG and ROTHER, 1996; BLAG, 1995; LAWA, 1995; STRAHLE, 1995;) تصب الحماية الوقائية من الفيضان في المنطقة حقاً في أدوات التخطيط المحلي (انظر الفقرة 11-1-1).

1.7 تأمين المنشآت

يشمل تأمين المنشآت جميع التدابير الإنشائية التقنية التـي تخدم الحماية من الفيضان، ابتداء من المنشآت المبنية نفسها وأيضاً التجهيزات والأجزاء الإنشائية التـي نحتاج لها لتثبيت وتكتيم هياكل وتصاميم الحماية، في الأماكن المكتظة يكون المكان المتوفر للحماية من الفيضان ذا أهمية كبيرة جدا للوسائل الإنشائية.

1.1.7 إرشادات عامة

أثناء التخطيط للحماية من الفيضان يجب أن تؤخذ بالاعتبار أهمية تقنية الإنشاء ومتطلبات بناء المدينة وتخطيطها وحماية التماثيل والآثار وتأمين وسائل الراحة والاستجمام والتطوّر شبه

الطبيعي (الإيكولوجي) للمجاري النهرية، ولكي نؤمّن موافقة أفضل للمشروع يجب أن نؤمن أمنيات واقتراحات القاطنين بجانب المجاري المائية في المخططات.

1.1.1.7 ضمان الحماية من الفيضان (أهداف الحماية)

إن الهدف الاقتصادي لجميع تدابير الحماية من الفيضان هي منظومة حماية بسيطة موثوق بها بحيث أنها تتضمن أخذ متطلبات الأمان بأكبر إمكانية ممكنة، ولذلك أثناء تخطيط التدابير حول المجاري المائية تأخذ الحماية من الفيضان أفضلية كبيرة وأهمية حاسمة (انظر الفقرة 11-2-1 قرار الموازنة).

في عمليات المقارنة توازن جميع الأسئلة المطروحة الهامة للتصميم مقابل بعضها وتثبت في النهاية أهداف الحماية ومناسيب تهذيب المجرى للوصول إلى الإجراءات الضرورية، وعندما يحدث ذلك يجب أن تنفذ جميع الإجراءات بشكل معقول ومنطقي حسب هذه المعطيات، وهذا يكون هاماً جداً باعتبار أن النقطة الأضعف هي التـي تحدد كفاءة المنظومة الكلية.

ويجب أن توضح مكونات التدابير المثلى لتأمين الحصول على الحماية من الفيضان على أساس المعطيات المحلية وبذلك تلعب الظروف الجيدة لعلاقة الكلفة مع الاستخدام وإمكانية التمويل لإجراءات الحماية دوراً هاماً (انظر الفقرة 9-3).

2.1.1.7 بناء المدينة، تأمين قضاء أوقات الراحة والاستجمام

أثناء تهذيب المجاري المائية للسنوات السابقة تم التخريب الكامل للصلات الإنشائية والوظيفية الموجودة سابقاً بين المجرى المائي والمدينة من خلال أشكال التهذيب العقيمة وشبكة الأنابيب والبناء المتتالي (البناء فوق حطام سابق). وبالنسبة إلى إنشاء حماية جديدة من الفيضان أو إعادة بنائها حسب الإمكانية لإعادة الحيوية للصلات بين المدينة والمجرى المائي مرة أخرى، لذلك يكون ضرورياً أثناء التصميم مراعاة أهداف استغلال المياه وتخطيط المدينة (انظر مثلاً KRAUS, 1987; PATT, 1997; (DVWK, 2000. وتخطيط الزراعة (انظر مثلاً ERMER et al. 1996) والمعطيات الإيكولوجية (انظر مثلاً SUKOPP and WITTIG, 1998).

عندما نتمكن مثلاً من الحصول بالنسبة لمخطط الحماية من الفيضان على مناطق جذابة لقضاء أوقات الراحة والاستجمام يتم بذلك بنفس الوقت التوصل إلى مساهمة بتحسين مناطق الاستجمام القريبة، بحيث تبقى إمكانية للقيام برحلة في المناطق الخضراء بالسيارة

إلى مثل هذه التدابير (STRADAS, and SCHEMEL 1998; ATV-DVWK, 2001a) ينتمي مثلاً تهذيب وإنشاء منتزه شاطئي (على سبيل المثال الراين في دوسيلدرورف) وإعادة تشكيل شبه طبيعية لمجرى نهر ضمن المدينة (مثلا بيغنتيز في نورنبرغ وبوتلاخ في بوتن شتاين/أوبرفرانكن) أو تحضير وتجهيز الإنشاء الأساسي بالقرب من المجرى المائي (انظر الشكل 7-1).

3.1.1.7 حماية الآثار والتماثيل

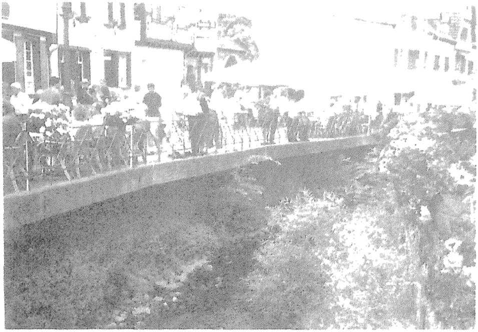
في الأجزاء التاريخية والهامة من المدينة يجب الانتباه إلى أهمية حماية الآثار والنصب التذكارية فيها، حيث تهدف حماية الآثار هذه إلى المحافظة الكاملة قدر الإمكان على العناصر الإنشائية القديمة ولا تتعارض على الغالب مع التدابير الإجرائية للحماية الإنشائية من الفيضان.

ومن خلال توفير الحماية للعناصر والأجزاء الإنشائية للآثار والنصب التذكارية، واعتبار هذا مهمة إنشائية وتخطيطية في الحماية من الفيضان يمكن أن تضاف نقاط معمارية رئيسية والتـــي تظهر درجة شهرة مدينة قديمة ما وبالتالي تؤثر الإجراءات الجديدة على عدد الزائرين لها بشكل إيجابـــي.

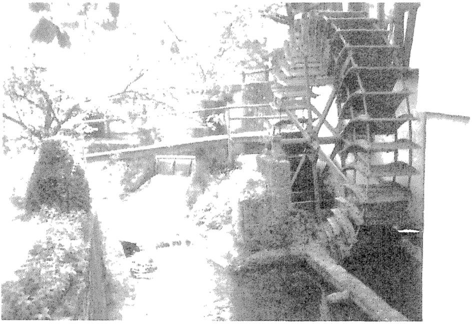
4.1.1.7 تخطيط إدارة عملية الإنشاء

تملك السلطات المحلية إمكانيات مضاعفة لتؤثر على شكل وتكوين الحماية من الفيضان من خلال خطة إدارة عملية الإنشاء (خطة استغلال المساحة، خطة الإنشاء والبناء) (انظر أيضاً الفقرة 11-1-2)، إن عملية تأمين المنشآت وتأمين التنظيم وطريقة التنفيذ وإدارة التدابير والإجراءات هي موضوع هذا الكتاب وتم توضيحها بشكل مستفيض في الفقرات الآتية، ولكن إلى جانب ذلك توجد إمكانيات تأثير أخرى والتـــي لم يتم شرحها بالتفصيل، ويمكن ذكر الآتـــي منها:

- الانتباه إلى مشكلة الفيضان في ترحيل المناطق السكنية.
- تخفيـــض أعمـــال تكتيـــم التربـــة (تـــأثيـــر تكتيـــم التربـــة، انـــظر مثـــلاً (SARTOR, 1998; HERZHOFF, 1998)
- تدابير وإجراءات تسريب مياه الأمطار (انظر ;ROTT and MEYER, 2000 SIEKER, 1998; GEIGER and DREISEITL, 1995; ATV, 1999 C)



الشكل 1.7: إنشاء وتشكيل مجرى مائي ضمن المدينة - دعم الاستجمام القريب



الشكل 2.7: حماية الأبنية الأثرية والمنشآت يمكن دوماً أن تتوافق بانسجام مع الحماية من الفيضان

يمكن أن ننفذ متطلبات الفعاليات المتواجدة الوصفية (انظر الفقرة 7-1-8) عبر قوانين تنظيم البناء والضرائب السائدة (انظر الفقرة 11-1-3)، في هذا السياق يمكن ذكر الإجراءات الآتية الخاصة في المناطق المعرضة للفيضان:

- تحقيق الأمان لخزانات وقود التدفئة
- استخدام طرق تأسيس محددة
- إدخال أو تأمين مخرج طوارئ في الأبنية ذات المنازل متعددة الأسر، والواجب العام لتسريب مياه الأمطار لتأمين تخفيض تصاريف قمة الفيضان

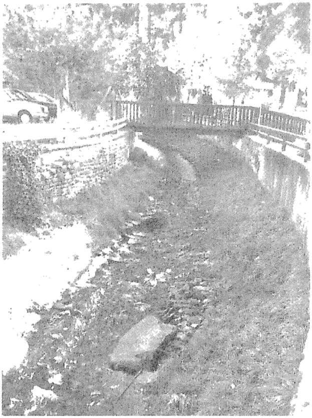
5.1.1.7 التشكيل شبه الطبيعي والتحسين الايكولوجي (البيئي) للمجارى المائية

أثناء وضع مخطط الحماية من الفيضان للمناطق المكتظة بالسكان والممتلكات يراعى قدر الإمكان اعتماد أسلوب واقعي قابل للتطبيق يهدف إلى تحسين ايكولوجي (بيئي) لطبيعة المجاري المائية (SEPA, 2000; DVWK, 1984a) ومن المهم النظر إلى التوجهات العامة الأوروبية في إطار المياه (EU-WRRL) (انظر VON KEITZ, 1999; SPERLWG, 1999).

وللتوصل إلى الأهداف الموضوعة التـــي تلائم بشكل خاص طرق تطوير المجاري المائية الديناميكية الذاتية والمنشآت المائية شبه الطبيعية (انظر HUETTE, 2000; MURL NRW, 1999a; BROOKES and SHIELDS, 1996; BOON et al, 1991 PATT et al, 1998: BfN, 1998; DVWK, 1997c:) وأهداف ايكولوجية بيئية موجهة لتحسين المجاري المائية (انظر GWD SŪDLISCHER OBERRHEIN/HOCHRHEIN) DVWK, 1999; PAULUS, 1999; BayLfW, 1995; DVWK, 1992b). وكمثال فان التدابير المعتادة والنموذجية لهذه الغاية هي:

- إعادة الحصول على إمكانية تنقل الأسماك والأحياء المائية الأخرى (DVWK, 1996)،
- الانتباه إلى الأهمية الايكولوجية والحماية الاختصاصية للطبيعة أثناء التحسين، على سبيل المثال (أوقات تكاثر الطيور وأوقات وضع البيوض والتكاثر للأسماك)،
- دعم التطور الدائم النوعي للوسط الطبيعي انظر (BayLfW, 1995; KERN, 1995)،
- تأمين مرور المواد الصلبة (وخاصة الرواسب على القاع)،
- السماح بتوضع أجزاء شبكات المياه الأنبوبية،

- تشكيل قاع المجاري المائية شبه الطبيعي (ايكولوجي) الشكل (7-3)،
- السماح بديناميكية جريان دنيا مع عمليات النقل المورفولوجية ذات العلاقة (تطور المجرى الديناميكـــي الخـــاص — (انظر على ســـبيل المثال :PATT and TÄDTLER, 2000 .HÜTTE, 2000)
- تشكّل أجزاء شـــاطئيه بتوضع شبه طبيعي وذات أشـــكال متعددة (انظر مثلاً (GFE-DVEK, 1999; DVWK, 1997a



الشكل 3.7: التشكيل شبه الطبيعي للمجاري الطبيعية في المناطق المكتظة بالسكان والممتلكات عبر إعادة تشكيل القاع

وباعتبار أنه باتخاذ مثل هذه الإجراءات يمكن أن تتراجع مقدرة التصريف لجزء المجرى المائي، لذلك يجب أن تختبر تأثيرات التغيرات عبر الحساب الهيدروليكي (انظر الفقرة 4-4-8).

6.1.1.7 تشجيع القبول للإجراءات من خلال مشاركة المواطنين

ترتبط تدابير الحماية من الفيضان غالباً بالتغيرات الإنشائية عند القاع والشواطئ المجاورة، مما يؤدي إلى تأثر عدد كبير من المصالح الخاصة والعامة، ونظراً للتشعب تكون عملية بناء الرأي والرغبات والتزام المتضررين على مستوى محلي بنفس المستوى من الأهمية.

يجب على السلطات المسؤولة عن التخطيط النظر بأهمية لمقارنة الاهتمامات محلياً، وبنفس الوقت التأكد من أن الاهتمامات تتوافق مع أهداف مستويات التخطيط العليا على أرض الواقع (الأوسع من المحلي، الإقليمي، على مستوى منطقة النهر...) وهذا يكون في أغلب الحالات مهمة صعبة ومتعبة، ومن الطبيعي يجب أن تؤخذ بعناية أيضاً التكلفة الناجمة من ذلك (انظر الفقرة 7-1-9-3، 9-3) والأهم هو الحصول على موافقة شاملة مبكرة قدر الإمكان على التغيرات الضرورية من خلال خطة قريبة تلبـــي معظم رغبات المواطنين.

لذلك يجب أن تناقش أهداف الحماية وتفاصيل التصميم (التشكيل) والمعطيات من الاستخدامات الأخرى للمجاري المائية (على سبيل المثال رحلات السفن، شبكة الصرف الصحي، شبكة الإمداد بمياه الشرب) والأسئلة المتعلقة بالتمويل والميزات والأضرار مع المتضررين نفسهم وبوضوح (انظر الشكل 7-4) وتكون مراجعة وتدقيق جميع القرارات المتعلقة بالتخطيط هامة بشكل خاص عندما تستفيد بعض الأجزاء من تدابير الحماية، بينما لم تحصل الأجزاء الأخرى على هذه الحماية.

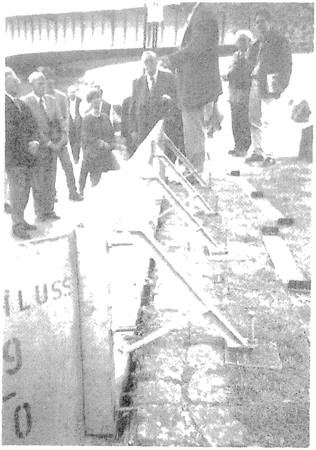
عندما ينخرط جميع المتضررين في التخطيط والتصميم لتدابير الحماية من الفيضان تتولد الثقة بين الأطراف وتكون ذات فائدة لجميع المشتركين (انظر LUZ, 1993)

2.1.7 تخزين المياه ومقدرة التصريف

يتعلق تخزين المياه ومقدرة التصريف لقناة ما أو مجرى مائي بميل القاع ومقطع الجريان المتوفر (مقطع المجرى ومساحات الغمر) وطبيعة مقطع المجرى (أملس، خشن، مكتنـــز، مركب، حشائش).

عندما تتغير طبيعة المقطع (وبالتالي مقاومة الجريان) وقيمة مقطع الجريان تنشأ من ذلك تأثيرات مباشرة على مناسيب الماء ومقدرة التصريف وفي حالة أبعاد مشابهة للمجرى وتصريف غير متغير Q يمكن القول:

- يقود تخفيض مقدرة التصريف إلى رفع مناسيب المياه وبالتالي إلى تحسين التخزين.
- يقود رفع مقدرة التصريف إلى تخزين منخفض للماء وبالتالي إلى انخفاض لمناسيب الماء.



الشكل 4.7: مواعيد إبلاغ المعلومات تساهم في تحسين الموافقة لمشروع ما

ويتضمن الجدول (7-I) الارتباطات السابقة، وعلى هذا الأساس يجب أن تشرح التدابير الإنشائية الممكنة على المجرى والتـــي تكون ذات أهمية بالعلاقة مع الحماية من الفيضان .

1.2.1.7 تحسين تخزين المياه

من خلال التشكيل شبه الطبيعي للمجاري المائية (إعادة إلى الطبيعة) ومن خلال توفير مساحة غمر كبيرة تنخفض سرعات الجريان ويتحسن بذلك وبنفس الوقت تخزين المياه، وتكون مثل هذه التدابير هامة للقاطنين في المناطق السفلية من النهر من حيث تخفيض قمة

الفيضان، أو ظهور قمة التصريف متأخرة لهذه التصاريف، وبنفس الوقت تنخفض الفروقات بين التصاريف الأعظمية والأصغرية، ويوافق ذلك وبشكل مشابه أيضاً لمناسيب المياه.

الجدول 1.7: تأثير تغيرات مقدرة التصرف على مناسيب المياه وتخزين المياه (عند بقاء مقطع الجريان ثابتاً و(Q = const).

مقدرة التصريف		طبيعة تأثير أحد التغيرات لمقدرة التصريف على	
		المناسيب	التخزين
تخفيض	←	ارتفاع	تحسين
زيادة	←	تخفيض	تصغير

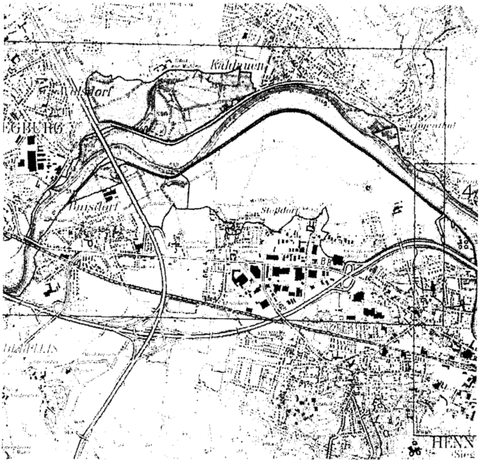
التخزين في وادي المجرى المائي – عدم اشغال مناطق الغمر الطبيعية

تتواجد المساحات الأهم لتخزين المياه أثناء فيضان ما في وادي المجرى المائي، والأهداف المذكورة في قانون الموازنة المائية (المادة 32 من قانون الموازنة المائية WHG) هي الآتية:

- المحافظة على التصاميم والتشكيلات الايكولوجية أو تحسينها للمجاري المائية ومساحات الغمر التابعة إليها،
- منع الاعتداءات التـــي تزيد من الحت والجرف،
- استرجاع مساحات تخزين طبيعية،
- تنظيم تصريف الفيضان.

ويتم التوصل إليها فقط عندما يتم منع جميع أشكال الاستثمار لمناطق الغمر الطبيعية التـــي مازالت موجودة وتحدد المساحات الإضافية لتخزين المياه.

وتكون الأداة الأهم والقانونية العامة لحماية المناطق القريبة من المجاري المائية من أشكال الاستغلال الأخرى هي الإقرار الرسمي لمناطق الغمر قانونياً (مثلاً GOTTLE et al; 2000) وانظر الفقرة (II-1-1 وII-1-5 والمادة 32 من قانون الموازنة المائية WHG) وتسمي تلك المناطق التـــي يغمرها الفيضان بالجريان فوقها مناطق غمر وتستخدم لتصريف الفيضان أو التخزين، وتحدد هذه المناطق بالعلاقة مع التكرار السنوي للفيضان على المساقط الأفقية (الشكل 7-5).



الشكل 5.7: مثال يبين حدود الغمر المحررة (SIEGAUENKONZEPT,1997)

التخزين في مقطع الجريان

ترتبط كل إعاقة للجريان بتخفيض سرعات الجريان وتؤدي إلى تحسين ملحوظ لتخزين الماء (التخزين) ويمكن أن تحدث إعاقة الجريان من خلال الإجراءات الآتية:

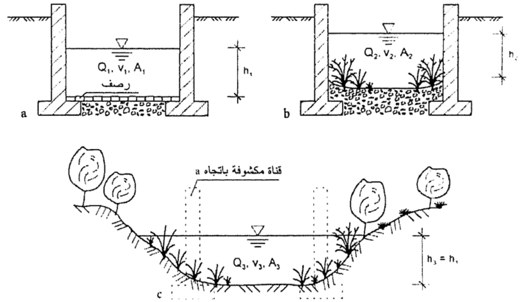
- زيادة مقطع الجريان،
- تصغير ميل القاع و
- زيادة مقاومات الجريان (مثلاً عبر التشكيل شبه الطبيعي).

من خلال التشكيل شبة الطبيعي للمجرى المائي يتحسن تخزين الماء (PATT et al; 1998) ولكن يجب أثناء التخطيط الأخذ بعين الاعتبار أن تصغير ميل القاع وزيادة مقاومات الجريان

يؤدي إلى ارتفاع منسوب الماء، وعندما يؤدي هذا الارتفاع إلى فيضان على الجوانب يجب أن يعوض من خلال زيادة تكبير مقطع الجريان، وهذه الارتباطات يجب أن تكون واضحة من خلال الشكل (7-6).

عند رصف قاع المجرى المائي يمكن أن يمرر التصريف Q بعمق الجريان h_1 (الشكل 7-6 a) وبإزالة رصف القاع واستبدالها بمواد قاع طبيعية تنمو فيها نباتات تزيد مقاومات الجريان. ونتيجة لذلك تقل سرعة الجريان الوسطية هذا يعني ($\upsilon_2 < \upsilon_1$) ويزداد عمق الجريان إلى h_2 (الشكل 7-6 b).

إن مقطع الجريان المتوفر في المثال المذكور كبير كفاية بحيث لا يحدث أي فيضان على الجوانب (الشكل 7-6 b). وعندما ينتج لدينا في الحسابات الهيدروليكية (انظر الفقرة 4-8 وDVWK, 1991a) أنه يحدث فيضان على ضفاف المجاري المائية. يجب أن يوازن تخفيض مقدرة المجرى على التصريف من خلال توسيع المجرى وبذلك تنقص مناسيب المياه إلى المستوى المطلوب (الشكل 7-6 c) وطبيعي أن يكون شرط ذلك هو توفر المساحات المطلوبة.



الشكل 6.7: تحسين تخزين المياه من خلال التشكيل شبه الطبيعي(Q = const). a) قناة محسنة (مهذبة) b) قناة مشكلة بشكل شبه طبيعي c) تشكيل شبه طبيعي وتوسيع جانبـــي للقناة

ولأسباب تتعلق بالأمان يجب - كلما كان ممكناً - أن يترك ارتفاع حر إضافي فوق منسوب الماء ويتعلق هذا الارتفاع بمتطلبات الأمان وإمكانية منع حدوث الضرر دوراً هاماً في التثبيت ويحتوي الجدول (7-2) في الفقرة (7-1-3) أيضاً مرتكزات اختيار الارتفاع الحر.

وفي الأماكن التـــي لا يمكن تنفيذ ارتفاع حر (مصطبة) فيها، يجب اتخاذ الاحتياطات المناسبة في إطار تأمين الإدارة والأسلوب والتنظيم (انظر الفقرة 7-2)، ولا تحتاج جدران الحماية من الفيضان عادة أي ارتفاع حر.

استنباط حجوم إضافية لتخزين مياه الفيضان (أحواض التخزين، مساحات التخزين)

إن إعادة ربط مناطق الغمر المقتطعة من خلال إغلاق وفتح سدّات الحماية من الفيضان الموجودة تقود إلى زيادة مقطع التصريف الفعّال وبالتالي إلى تحسين تخزين المياه، وتسمى حجوم التخزين المتوضعة على جوانب المجرى المائي بمساحات التخزين (Polder) وعلى عكـــس ذلك تقـــع أحواض تخزيـــن ميـــاه الفيضان في المجاري المائيـــة نفســـها (WBW, 1999; DVWK, 1991b).

بالنظر إلى نوع التشغيل يجب أن نميز بين حجوم التخزين الموجهة وغير الموجهة ومن وجهة نظر إيكولوجية تكون حجوم التخزين غير الموجهة ذات ميزات أكثر باعتبار أن عملية ملئها تأتـــي بعد دورات الغمر.

في حالة حجم تخزين غير موجهة يزداد حجم الماء المخزن تدريجياً مع مناسيب الماء في المجرى المائي (ما يسمى الغمر الإيكولوجي)، بحيث لا يتوفر في حالة الفيضان الحجم الكافي في حوض التخزين لاستيعاب موجة الفيضان، وبالنظر إلى زيادة تخزين المياه في حوادث الفيضان الحرجة فان حجم التخزين المتوفر من وجهة نظر هيدروليكية غير مستغل بشكل مثالي.

يمكن أن تزداد فعالية حجوم تخزين الفيضان غير الموجهة من خلال عتبة دخول ثابتة وتنظيم التصريف الخارج من الحوض، في مثل هذه المنشآت يبدأ ملء حوض التخزين عندما تتجاوز مناسيب المياه في المجرى المائي حافة العتبة، بذلك تتوفر في حالة الفيضان حجوم تخزين أكبر، عند المخرج تكون بوابة الخروج ضرورية لمنع غمر حجم التخزين من أسفل

التيار، والأكثر فعالية للحماية من الفيضان هي حجوم التخزين الموجهة باعتبار أنها وضعت بحيث يمكن أن تغمر في حالة مناسيب المياه المرتفعة، وبذلك يتوفر كامل حجم التخزين لتخزين قمم الفيضان ويمكن أن تساهم هذه الطريقة بفعالية كاملة وبشكل ملحوظ بتخفيض قمم الفيضان هذه، ويجب أن تزود مداخل ومخارج حجوم التخزين الموجهة بتجهيزات التنظيم المناسبة (البوابات المسطحة والبوابات القوسية والصمامات المنظمة للجريان).

واستناداً إلى سرعات الجريان المرتفعة أثناء عملية الإملاء والتفريغ يمكن أن يكون تأمين الأجزاء الحرجة من الحت ضرورياً (مثلاً القاع والجوانب المائلة عند المداخل والمخارج) ويمكن أن يحاكى المسار الزمنـــي لإملاء الحوض وتفريغه وتأثير التخزين بمساعدة نموذج ثنائي البعد وغير مستقر (انظر الفقرة 4-8).

2.2.1.7 زيادة استطاعة التصريف

يمكن أن نرفع استطاعة التصريف لمجرى مائي من خلال التدابير الآتية:

- تكبير مقطع الجريان (من خلال زيادة الأبعاد)،
- زيادة ميل القاع،
- تصغير مقاومات الجريان الموجودة.

فيما يلي ستشرح هذه التدابير بشكل مختصر وبمقدار ما تناقش تدابير التحسين حسب المادة 31 من قانون الموازنة المائية WHG أو تدابير الصيانة حسب المادة 28 من نفس القانون لأجل هذا الموضع، يجب أن يتم التوضيح في الحالات الخاصة (انظر الفقرة 11-1-5).

زيادة مقطع الجريان – توسيعات المجرى

إن أسهل وأفضل إمكانية لزيادة استطاعة الجريان لجزء من مجرى مائي هو توسيعه وفي الأقسام المكتظة بالسكان والممتلكات تكون إمكانية توسيع المجرى بسبب المساحات المحدودة المتوفرة محدودة وضيقة، وهذا يصلح بشكل خاص عندما يكون تغيير المناطق القريبة من المجاري تقريباً ممنوعاً بسبب وجود أبنية ومنشآت نقل (طرق وسكك حديدية) وغير ذلك، وتوجد إرشادات لتقدير استقرار مثل هذه المجاري في حالة تصريف فيضانـــي في (ASCE 1997).

أحياناً يمكن الظفر بمساحات إضافية لتصريف الفيضان من خلال تصغير المناطق

المستخدمة (على سبيل المثال تراجع البناء أو تصغير مساحات النقل والمواصلات، استغلال مساحات خضراء تابعة للمدينة) لذلك يجب أن تتم الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بالحقول القريبة وبمخططات النقل وتلك المتعلقة بتنظيم أبنية المدينة. ولا يكون ذلك ممكناً إلا في إطار تصور واضح أو مخطط عام متكامل وتأمين قبول عام له، وبذلك يلعب توافق المصالح بشكل - خذ وأعط - وكذلك التعويض المادي للمتضررين دوراً هاماً.

إزالة العوائق المحلية للجريان

في أي مجرى مائي تؤثر العوائق المحلية على الجريان (مقاومات جريان محلية) بحيث يحصل حجز للمياه، والتي يصل تأثيرها بعيداً أو قريباً باتجاه أعلى التيار (انظر الفقرة 4-4-2-5) وبالإضافة إلى ذلك يتضرر قاع المجرى المائي بشدة بحيث أن القاع غير المحمي يزداد عمقاً عن طريق الجرف، وحول الإعاقات يمكن أن تتكون ليس فقط الحفر (الفقرة 4-6-3) وإنما أيضاً ترسبات. وعندما تنشأ الحفر بالقرب من سدات الحماية من الفيضان أو المنشآت الأخرى يمكن أن يتضرر استقرارها (الشكل 7-7).

الشكل 7.7: حفر بالقرب من الأساسات ويمكن أن يتضرر بسببها استقرار هذه المنشآت

والأسباب الرئيسية للتغيرات المحلية لقاع المجاري المائية هي:

- مقاطع جريان تصميمية صغيرة، تضايقات مقطع الجريان بسبب قواعد الجسور وأعمدتها، مصارف ضيقة وأنابيب وغيرها،
- تغير في الاتجاه نتيجة التآكل في مسار النهر،
- أنابيب الإمداد بمياه الشرب والتصريف الموجودة في مقطع الجريان،
- التصاريف الجانبية (مصبات المجاري المائية الجانبية، ومصبات منشآت التصريف المطري)،
- تأثيرات من خلال المنشآت المائية القائمة، مثل منشآت الهدار والسدود ومنشآت مآخذ الماء ومنشآت الإعادة،
- تصغير مقاطع الجريان من خلال المواد السابحة (اختناقات وانتقالات)،
- مناطق الجرف والترسيب للمواد الصلبة.

تصغر مقاومات الجريان المحلية بحيث أن العوائق تزال أو توضع بشكل ملائم للجريان، والتدابير المعروفة لتخفيض فواقد الجريان المحلية هي مثلاً تكبير مقاطع الجريان عند الجسور والعبارات أو إبعاد أنابيب الإمداد والتصريف من مقاطع الجريان.

مثل هذه التدابير لا تؤثر فقط في زيادة استطاعة التصريف وإنما أيضاً منع خطر تضايقات المقطع، كذلك يتم من خلال إزالة موانع الجريان إلغاء عمليات الجرف والترسيب ونشوء الحفر.

ويكون ممكناً أن تصبح الحماية من الفيضان أفضل بشكل ملحوظ لجزء المجرى المحسّن بعد إزالة موقع ضعيف واحد.

تخفيض مقاومات الجريان الطولية المنتظمة - زيادة نعومة المجرى (تحسين)

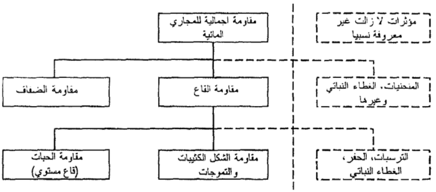
إن مقاومة الجريان الإجمالية في مجرى مائي طبيعي تتكون على الغالب من المقاومات المشروحة في الشكل (7-8).

وتخفّض هذه المقاومات من خلال تحسين مجرى ما (هذا يعني تنعيم) وتقود في النتيجة إلى زيادة استطاعة التصريف، وأشكال التحسين المعروفة هي للقيعان والجوانب المائية المرصوفة والجدران الجانبية المبنية بالحجارة أو المصبوبة بالبيتون، وجعل المسار مستقيماً قدر الإمكان (هذا يعني تخفيض مقاومات الأكواع)، لمثل هذه الأنواع من تحسين المجاري المائية

تأثيرات سلبية كبيرة على النواحي الايكولوجية البيئية ولذلك يجب تجنبها.

وهناك حالة أخرى مختلفة ففي الأجزاء ذات الجريان الشديد يتم بشكل متعمد إزالة الأعشاب والنباتات منها (مفرغات السيول) لكي تستطيع تمرير كميات مياه أكبر ما يمكن. إن تصميم وتشكيل مفرغات السيل هو أيضاً شكل من تنعيم المجرى المائي، غير أنه يمكن أثناء التخطيط أن تظهر متطلبات هيدروليكية واحتياطات ايكولوجية على التوازي (انظر أيضاً تصاريف المجرى المائي).

من وجهة النظر الهيدروليكية من المهم أن يؤخذ بالاعتبار تأثير تنفيذ خطط الإنبات والتشجير على استطاعة الجريان، وبذلك يلعب ترتيب وتنظيم الغطاء النباتـــي (الأشجار والأعشاب والشجيرات) وكثافة النبات دوراً هاماً في مقطع الجريان.



الشكل 8.7: المؤثرات على مقاومة الجريان الإجمالية في مجرى مائي طبيعي (PATT et. al .1998a)

زيادة ميل القاع

من خلال زيادة ميل القاع يمكن أن تزداد استطاعة التصريف لجزء ما من المجرى المائي، ولكن لهذه الطريقة حدود ضيقة باعتبار أن تغيير ارتفاعات القاع مرتبط بالعوامل الآتية:

- ارتفاعات القاع لأجزاء المجاري المجاورة،
- تأسيس المنشآت المحيطة بالمجرى (على سبيل المثال السدات، الجدران، الجوانب المائلة)،
- تأسيس المنشآت القريبة من الشاطئ وأعمدة الجسور والقواعد،
- المؤثرات على نقل المواد الصلبة.

لكي نستطيع تحقيق زيادة ميل ما يجب على الغالب القيام ببعض التغييرات الضرورية على

سرير المجرى المائي وهذه التغييرات تكون مكلفة، وبسبب الشروط المحيطة تكون غالباً غير قابلة للتحقيق.

3.2.1.7 تخفيف تصريف المجرى المائي (التحويلات، الوصلات، تقسيم الجريان)

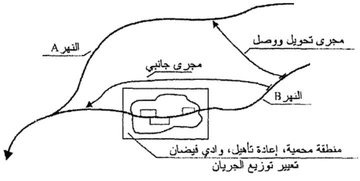
غالباً يمكن أن تحسّن أشكال الحماية من الفيضان في أجزاء المجاري المائية الواقعة في الأماكن المكتظة من المدن، حيث يتغير توزيع التصريف القائم لجملة هذه المجاري المائية بحيث تتخلص هذه الأجزاء من تصاريف قمة الفيضان.

يوفر تخفيف تصريف المجرى المائي إمكانية مناسبة من حيث التكلفة وخاصة عندما تكون التدابير الإنشائية في مقطع مجرى مائي ما حسب المعطيات المحلية غير ممكنة أو يمكن أن تحقق فقط بتكلفة عالية (انظر الفقرة 7-1-9-3).

إمكانيات التشكيل

لتخفيف تصريف جزء من مجرى مائي ما يمكن التفكير بأنواع التشكيل الآتية (الشكل 7-9):

- التحويل أو الوصل إلى مجرى مائي أو إلى حوض ساكب مجاور،
- التحويلات (إنشاء قنوات تصريف – على سبيل المثال – من خلال القنوات الجانبية، قنوات سيلية، قنوات تصريف، مفرغات سيلية)،
- أمثلة لتوزيع التصريف من خلال إعادة توزيع التصاريف.



الشكل 9.7: الحماية من الفيضان من خلال تغيير توزيع التصريف

من خلال التحويل أو الوصل تخفّض تصاريف أجزاء المجاري المائية الحرجة بالقياس مع تصريف الفيضان، حيث تحوّل أجزاء من التصريف إلى مجاري مائية أخرى، وفي عملية التحويل من خلال الوصل تحوّل التصاريف العظمى بعيداً عن الأجزاء المهددة، وفي منطقة الحماية نفسها يمكن أن تخفف حدة الأجزاء الحرجة غالباً من خلال توزيع مناسب جداً للتصاريف باستخدام استطاعات التصريف الموجودة أو الجديدة للمجاري المائية.

تنظيم تخفيف تصريف المجاري المائية

يمكن أن يتم تنظيم توزيع التصريف من خلال هدارات ثابتة أو متحركة. فالهدارات الثابتة (سدود طافحة) تؤثر حسب وضعها الإنشائي. وأبعادها الهامة والحاسمة هي ارتفاع عتبة الهدار وطولها وشكل حافة الهدار، ويزداد التصريف فوق الهدار مع تزايد منسوب الماء فوق حافته (انظر الفقرة 4-5-2).

لكن في الغالب توجد تجهيزات (في حالة الهدارات الثابتة) نغير بواسطتها ارتفاع عتبة الهدار، وبالتالي نؤثر على التصاريف. غالباً يحدث هذا من خلال وضع دعامات أو سدات من الخشب أو الألومنيوم تنتقل على سكك متحركة ومساند منتشرة. ولذلك يجب أن يتم تنفيذ وتعيير عدد من الدعامات أو السدات اللازمة، وكذلك بعض الأجزاء التـــي تصنّع في الموقع. السيئة هي أن إنشاء وتركيب وإعادة تركيب الدعامات أو السدات أثناء الفيضان عادة غير ممكن لأن ذلك يشكّل خطراً حقيقياً.

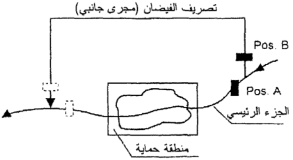
والأفضل هو إمكانية توزيع التصريف من خلال الهدارات المتحركة، وحسب نوع الإنشاء تمر المياه من تحتها أو فوقها، ومن خلال فتح وإغلاق البوابات أو السدات يكون إغلاق أو فتح مقطع الجريان الكامل ممكناً، وباعتبار أنه يمكن وضع المنشأة في أي مجال من مجالات عملها أثناء التنظيم فإنه يمكن أن تتم الملاءمة لأية شروط تصريف متغيرة عند الحاجة.

تخطيط تخفيض تصريف مجرى مائي

في إطار التخطيط يجب أن يتم توضيح كيفية دخول مجرى مائي في حالة الفيضان لتخفيف التصريف الفيضانـــي بشكل أمثل، ولتوجيه هذه العملية يجب أن تنشأ منشآت مراقبة (منشآت هدار) على الجزء الرئيسي أو على جزء التحويل المنشأ انظر الشكل (7-10).

وحسب توضع منشآت المراقبة في مجموعة المجاري المائية يمكن أن تنظم كالآتي:

- على المجرى القادم إلى منطقة الحماية - الجزء الرئيسي - (المنشأة تتوضع في الجزء الرئيسي - مثلاً في الموقع A في الشكل 7-10) أو
- على المجرى المار إلى جزء التحويل (تقع المنشأة في جزء التحويل - مثلاً في الموقع B من الشكل 7-10).



الشكل 10.7: مخطط توضيحي لتوضع منشآت المراقبة (منشآت الهدار)

ينشأ الاختلاف الهام في أن تحديد التصريف الأعظمي المسموح به يكون فقط في الجزء من المجرى المائي الذي تتوضع فيه منشأة المراقبة، وبذلك يكون ممكناً مثلاً تحويل التصاريف الأكبر من تصريف حرج محدد إلى الأجزاء الأخرى في مجموعة المجاري الأقل حرجاً، ومن الأفضل أن تنفذ عمليات التوجيه اللازمة لذلك بهدارات متحركة.

وعن مدى الحاجة إلى وضع منشآت مراقبة في النقطة الواقعة عند التقاء أجزاء الشبكة تحت جزء المجرى المائي المحمي يجب أن يوضح ذلك في الحالات الخاصة، ويجب التأكيد أن قدوم المياه من تلك النقطة إلى منطقة الحماية غير مسموح به، وينطبق ذلك أيضاً على السدات الجانبية في منطقة التأثير للإجراء الوارد في (الفقرة 7-1-3).

ومن الممكن أيضاً إنشاء هدارات في الجزء الرئيسي، وفي جزء التحويل مما يؤدي إلى تكلفة إنشائية أكبر.

تشغيل تخفيض التصريف، صيانة منشآت المراقبة

كي يتم تخفيض التصريف في حالة الفيضان بدون اضطرابات، يجب أن يتم تنظيم تشغيل المنشأة بشكل واضح، وهكذا يمكن على سبيل المثال وضع مخطط تشغيل والذي يجب أن

يستثمر من قبل عدد قليل من الأشخاص في حالة الفيضان وبتدابير توجيه مرتبطة بمنسوب الماء، في هذه الحالة يجب أن نثبت أيضاً من هي الجهة المسؤولة عن صيانة المنشأة، ويجب الانتباه إلى أن الحاجة إلى الصيانة في حالة الهدارات المتحركة أكبر منها في حالة الهدارات الثابتة.

في مجموعات التخزين والتصريف المعقدة والمكوّنة من عناصر مستقلة وبمساعدة المراكز المسؤولة ينصح باستخدام نماذج توجيه مساعدة مبرمجة (نماذج توجيه استثمارية) وحسب تنفيذ برنامج التوجيه يمكن أن يلحظ هذا البرنامج عدداً كبيراً من بيانات الإدخال، على سبيل المثال مناسيب الماء في عدد من مراكز القياس المختلفة والهطول في الحوض الساكب أو الإملاء الآنـــي لحجوم التخزين وبالتالي مساعدة المستثمرين باختبار استراتيجية التوجيه.

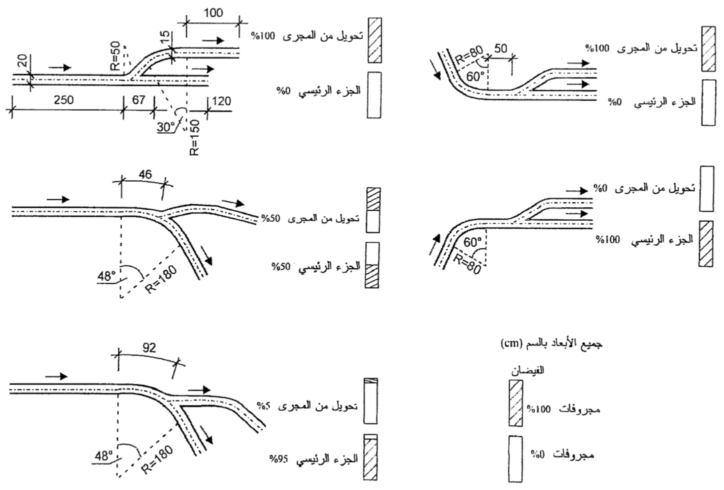
عمليات نقل المواد الصلبة خلال منشآت التحويل

إلى جانب التصريف يتأثر أيضاً نقل المواد الصلبة من خلال التحويل، فعتبات الهدار الثابتة والمتوضعة في أعلى شبكة المجاري يمكن أن تؤثر بشكل كبير على حمل المواد الصلبة إلى مقاطع المجاري المائية المرتبطة.

في حالة إمكانية ترك المجرى التحويلي مفتوحاً بشكل كامل (على سبيل المثال من خلال الفتح الكامل لهدار ما) وبحسب نوع ارتباط المجرى المحوّل بالجزء الرئيسي، وكيف تتوزع المجروفات على المجرى الرئيسي والمجرى التحويلي (انظر الشكل 7-11) وحسب تصميم وتشكيل الجزء التحويلي يمكن أن ينشأ هناك ترسيب كمية كبيرة من المجروفات والتـــي تؤثر سلباً على استطاعة التصريف للجزء التحويلي، ويجب أن تؤخذ مثل هذه الملاحظات في التخطيط المقترح (انظر أيضاً SCHLEISS, 1999).

العوامل المؤثرة على مخطط تخفيض تصريف مجرى مائي

تلعب الظروف المسيطرة في المكان الدور الحاسم أثناء وضع خطة استثمار الأجزاء التحويلية وكذلك التوضع المثالي لمنشآت المراقبة، والمعايير المقررة الممكنة وعلى سبيل المثال فان هذه الظروف:



الشكل 11.7: نقل المواد الصلبة أثناء تقسيم القناة المكشوفة (نوعيا، من تجارب مخبرية)

- توفر المساحات المناسبة اللازمة،
- وجهات النظر لتنظيم المدينة والآثار التاريخية،
- المسار الممكن لخط الحماية،
- إمكانية حصول الضرر والأخطار المحدقة،
- المحافظة أو إعادة الحصول على مقدرة التصريف للمجرى المائي،
- مؤثرات التدابير باتجاه أعلى أو أسفل التيار،
- العمليات الهيدروليكية والهيدروليكية الترسيبية (مثلاً مقدرة أجزاء المجاري على التصريف)، استقرار قاع المجاري المائية، عمليات نقل المواد الصلبة في الجزء الرئيسي والمجاري التحويلية)،
- وجهات النظر الاقتصادية، نسبة التكلفة والاستغلال (انظر الفقرة 7-1-9-3 و9-3)،
- إمكانيات التوجيه، مخطط وسير عملية سير التشغيل (الاستثمار)،
- الوسط السكني، الاستجمام - تكامل الاستجمام وقضاء وقت الفراغ.

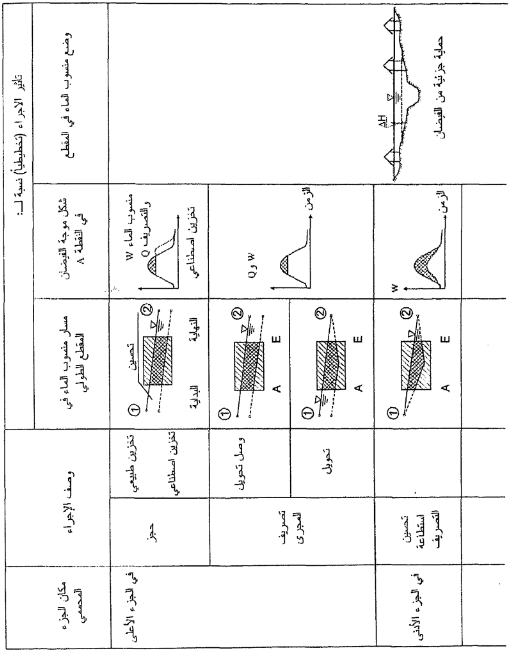
كما يجب التأكيد في الخطة أن حالة التصريف الموجودة لا تتأثر سلباً من التدابير المخطط لها، ويمكن أيضاً أن يتخذ القرار فقط عند معرفة جميع العوامل المؤثرة في الحالات المنفردة.

4.2.1.7 تأثير وتقييم التدابير على المجرى المائي

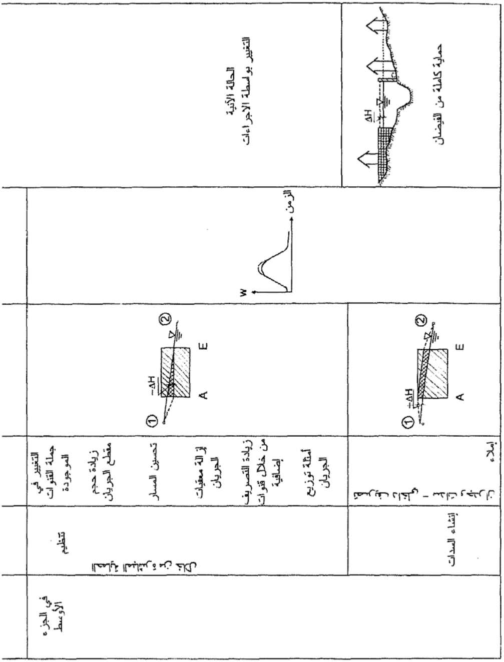
يجب أن تساهم التدابير المشروحة سابقاً في تحسين الحماية من الفيضان في جزء المجرى المراد تحسينه (الجزء قيد الحماية) بدون أن تؤثر على حماية أجزاء الجريان الواقعة أعلى وأسفل التيار بشكل سلبي. أثناء تصميم وتقييم التدابير يجب الانتباه للتأثيرات ليس فقط في الجزء قيد الحماية نفسه وإنما أيضاً إلى المؤثرات باتجاه أعلى وأسفل التيار أيضاً. وبذلك يكون من الأهمية بمكان أن تنفذ تدابير الحماية من الفيضان أعلى أو أسفل أو ضمن جزء المجرى المائي المتوجب حمايته، والشرط الأساسي لقابلية التنفيذ لإجراء ما هو دوما توفر مساحات واسعة كافية (قابلية توفر المساحات).

لقد تم في الشكل (7-12) شرح التدابير المختلفة للحماية من الفيضان وتأثيراتها على الجزء المفترض المراد حمايته (بين A وE) وكذلك على أجزاء المجرى المتوضعة فوق الجزء السابق وأسفله وتم التأكد من كل مسارات منسوب الماء قبل تنفيذ أحد التدابير (المنحنيات غير

المستمرة) وبعد التنفيذ (الخطوط المتقطعة)، وتم بالإضافة إلى ذلك شرح التأثيرات على مسار موجة الفيضان لأجل النقطة A وهذا يعنـــي بداية الجزء المحمي.



الشكل 12.7



الشكل 12.7: تأثير الإجراءات الإنشائية للحماية من الفيضان

يظهر الشكل (12-7) بشكل واضح أن جميع التدابير المنفذة فوق الجزء المحسن (أي أحواض التخزين، تخفيف التصريف) تؤدي إلى تخفيض مناسيب المياه في الجزء المحمي. كذلك

تؤدي تدابير تخفيض التصريف (أي التحويلات) في أجزاء المجاري المائية المطبق عليها إلى تخفيض مناسيب الماء وإنقاص خطر الغمر، وتأمين حجم المناورة لتصميم وتشكيل جزء المجرى المائي المطلوب حمايته.

إن جميع التدابير والإجراءات التـــي تساعد التصريف والتـــي تنفذ أسفل الجزء المحمي تقود إلى تخفيض مناسيب الماء في الجزء المحمي ولكن ذلك يرتبط بنفس الوقت بازدياد مناسيب الماء في مقاطع الجريان التـــي تلي الجزء المحمي، ويجب أن تقارن الميزات الإيجابية والمساوئ لمثل هذه التدابير بعناية مقابل بعضها أثناء التصميم.

إن الإجراءات والتدابير ضمن الجزء المحمي هي تدابير نوعية للحماية من الفيضان في المناطق المكتظة بالسكان الممتلكات، فمن خلال زيادة مقطع الجريان وزيادة الميل وتنعيم وتحسين المجرى المائي تزداد مقدرة المجرى المائي على امرار المياه، ومن المفيد لأجزاء المجرى المائي المتوضع أسفل الجزء المحمي أن يكون مقطع الجريان في الجزء المحمي كبيراً باعتبار أن هناك تحسن لتخزين الماء حسب الهدف المطلوب .وتسير الأمور حسب الهدف نظراً لأن المؤثرات في الغالب تكون صغيرة.

تؤدي حماية المناطق المستغلة بوساطة سدات وجدران الحماية من الفيضان إلى زيادة في ارتفاع منسوب الماء في الجزء المحمي نفسه ولكن أيضاً في أسفل التيار وأعلاه، وهذا الارتفاع في منسوب الماء والزيادة المرتبطة بذلك لاستطاعة التصريف تتطلب منشآت حماية تبعاً لذلك أكثر ارتفاعا ويمكن أن تؤدي إلى زيادة في عمق المجرى المائي. إن عملية تخفيض استطاعة التصريف تمثل إمكانية أخرى لتحسين المجرى المائي في الجزء المحمي.

5.2.1.7 حجم التغيرات الناتجة عن التدابير

ومن الأهمية بمكان في هذه النقطة أن نقول بعض الكلمات عن حجم التأثيرات الناتجة عن إجراءات الحماية السابقة على تخزين الماء والتصريف ومنسوب الماء على اعتبار أنها تقدر غالباً بشكل خاطئ.

وتكون المؤثرات الكمية على تخزين الماء وعلى مناسيب الماء مختلفة جداً. البارامترات الهامة هي التصريف الأعظمي (قيمة قمة الفيضان) ومسار منحنـــي الفيضان، ومن خلالهما

يمكن أن تحسب كمية مياه الفيضان القادمة (حجم الماء في موجة الفيضان)، ويكون من المهم للوصول إلى هذا الحجم معرفة مقدار مساحات التخزين وموقعها في مسار المجرى المائي. إن تأمين مساحات تخزين كبيرة وكافية في موقع مناسب هو مشكلة كبيرة اليوم باعتبار أن الاستغلال في المناطق المجاورة للمجرى المائي غالباً ما يمنع ذلك.

تساهم كل زيادة في التخزين الطبيعي بتخفيض قمة الفيضان، وذلك يعني زيادة في الأمان، ويجب أن نثمن عالياً كل تحسن في تخزين المياه. ولكن يتوجّب تقدير تأثيرات مثل هذه الإجراءات على مناسيب المياه يكون من الضروري القيام بنظام مراقبة محدد.

ويجب أن نتوقع أثناء حوادث فيضان حدية، أن تدابير التخزين على مساحات كبيرة نسبياً لا يمكنها المساهمة إلا بقدر بسيط في تخفيض أضرار الفيضان وهذا يصلح بشكل خاص عندما لا تعود مساحات التخزين بالقدر الكافي متوفرة، ونتيجة لذلك يمكن أن ينشأ تجاوز لجوانب المجرى على الرغم من جميع المحاولات، مما يؤدي إلى أضرار تتناسب مع هذا التجاوز، لذلك يجب عدم منع المحاولات للحصول على مساحات إضافية لتخزين الفيضان.

في حوادث الفيضان الصغيرة والمتوسطة تكون كل زيادة في تخزين المياه حاسمة وهامة، ويصلح الشيء نفسه لعدد كبير من التدابير الصغيرة، والتي تظهر كتدابير منفردة تأثيراً بسيطاً، ولكن يكون تأثيرها إيجابياً بشكل ملحوظ بالمجموع.

في التدابير الأخرى على سبيل المثال وأثناء إعادة التشكيل الايكولوجية (إعادة الطبيعة، التطبيع) تكون التأثيرات على تخزين المياه في البداية صغيرة بحيث أنها على الغالب تتواجد في مناطق غير ممكنة البرهان بتقنية القياس المتوفرة، غير أنه يصلح هنا أيضاً القول أن كثيراً من التدابير الصغيرة تؤثر بالمجموع إيجابياً بشكل ملحوظ.

وعندما يتم الحديث عن ارتفاع أو انخفاض التصاريف ومناسيب المياه في الفقرات السابقة يكون هذا الحديث فقط عبارة عن توجهات عامة، وعندما نريد قيماً عددية معبرة وذات نتيجة لن نجد أية طريقة باختبار منهجي للنظام الكامل، وبهذا تكون البراهين الحسابية بشكل خاص ذات أهمية كبيرة (انظر الفقرة 4-8).

6.2.1.7 البراهين الحسابية

تتغير شروط التصريف أثناء إعادة التشكيل لمجرى مائي ما بحيث أن استطاعة التصريف

ومناسيب الماء الناتجة من ذلك تتغير أيضاً، علاوة على ذلك يجب الإجابة على الأسئلة المتعلقة بتغير تخزين المياه وبذلك يمكن أن نقيم كمياً المؤثرات ذات العلاقة على منحنيات التصريف.

يمكن أن نستخدم للتقدير العددي نماذج رياضية وأيضاً نماذج فيزيائية (نماذج لمنشآت مائية)، ونظراً لمرونة النماذج الحسابية العالية فإنها تستخدم اليوم بشكل واسع (انظر الفقرة 4- 8). ولتنفيذ الحسابات الهيدروليكية تتوفر برامج عديدة وطرق حل ذات بعد أو بعدين في سوق البرمجيات المختص.

يمكن أن تحسّن دقة الحسابات من خلال إدخال قياسات تصريف (معايرة). والفائدة الكبيرة للنماذج العددية هي إمكانية اختبار أية تصاريف وعناصر تصميمية ومؤثراتها بدون كلفة عالية (على سبيل المثال تغير مناسيب الماء أو حدود الغمر)، ومن خلال ربط منحنيات مناسيب الماء المحسوبة مع بيانات طبوغرافية من نظام المعلومات الجغرافي يمكن مثلاً رسم مساحات الغمر لتصاريف مختلفة.

وتخدم البراهين الحسابية للإجابة على الأسئلة التفصيلية المتعلقة بالأمور الآتية:

- تحديد منحنيات منسوب الماء (انظر الفقرة 4-8)،
- إيجاد ورسم حدود الغمر أو مساحة الغمر،
- إيجاد مقدرة المجرى المائي على التصريف بمراعاة عناصر التحسين المختلفة (انظر الفقرة 4-4)،
- تطور مناسيب ارتفاع قاع المجرى المائي – توازن المجروفات (انظر الفقرة 4-6)،
- تغير تخزين المياه ومؤثراتها على منحنيات التصريف.

ويجب أن نجري الحسابات للحالة الراهنة ولكل عنصر في التصميم يجب أخذه في الاعتبار، ومن بين المتغيرات يتم إضافة إلى ذلك تغيير التصاريف.

إن حساب منحنيات منسوب الماء (انظر الفقرة 4-8) هو أداة لحساب مناسيب المياه الناتجة بالعلاقة مع التصريف (BECHTELER and NUJI 1 Ć, 2000) ومن خلال المقارنة مع مناسيب الماء قبل التغيير (الحالة الراهنة) يكون ممكناً وصف التغيرات والتأثيرات المرتبطة بإجراء ما وإدخال ذلك في التصميم.

ويجب أن تكون حسابات مناسيب الماء في المجاري المائية الكبيرة أو الهامة دوماً أجزاء من

التصميم للوصول إلى تصميم أمين قدر الإمكان، في التصاميم الأولية والمجاري المائية الصغيرة يكفي غالباً حساب تقريبـــي حسب علاقة تجريبية على سبيل المثال حسب (MANNING-STRICKLER or DARCY-WEISBACH) (انظر الفقرة 4-4) وعندما نتوقع أن عمليات نقل المواد الصلبة ستؤثر على مناسيب المياه (انظر الفقرة 6-6) يجب استكمال حسابات منحنيات مناسيب الماء حسب اعتبارات الترسيب الهيدروليكية وتوازنات الجرف (WENKA et al, 2000; HARDY et al, 2000; SCHLEISS, 1999; MERTENS, 1994; DVWK, 1994; MERTENS, 1990; MERTENS, 1989) وتشمل الاختبارات في البداية تطور توضع القاع (مثلاً الحت ونقل المواد الصلبة والترسيب) وتحديد تغيرات القاع المحلية (مثلاً نشوء الحفر).

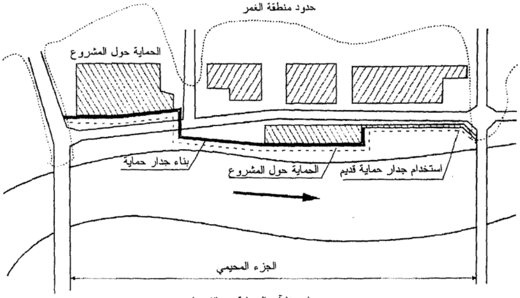
وباعتبار أن دقة ومصداقية الحسابات الهيدروليكية الترسيبية تتحسن من خلال إدخال بيانات القياس لذلك يجب أن ينجز عند بدء التصميم مخطط مناسب لجمع المعلومات، ويكون الهدف هو الحصول على البيانات الناقصة واستكمال سلاسل البيانات واختبار البيانات المتوفرة وموثوقيتها.

7.2.1.7 منحنيات الحماية من الفيضان ومنسوب الماء التصميمي (منسوب الفيضان التصميمي)

تكون الأفكار عن مسار منحنيات الحماية من الفيضان وتحديد منسوب الماء المقترح لتحسين المجرى (منسوب الفيضان التصميمي BHW) والذي بموجبه تبقى الحماية من الفيضان مضمونة، أجزاء رئيسية من التصميم.

تصف منحنيات الحماية من الفيضان في المسقط الأفقي المكان الذي يجب أن تنفذ فيه إجراءات الحماية من الفيضان لجزء ما، لقد رسمت منحنيات الحماية من الفيضان في الشكل (7-13) من خلال المنحنيات المتقطعة.

تفصل منحنيات الحماية المناطق غير المحمية وتلك المحمية بشكل غير تام عن تلك المحمية بشكل ممتاز وتكون التدابير عند منحنـــي حماية ما فعّالة حتـــى منسوب الماء المحسّن التصميمي الخاص، وتحدد النقطة الأخفض في منحنـــي الحماية بالعادة فعالية جميع التدابير في جزء محمي ما، وفي حالة الفيضان تتركز إدارة التدابير على منحنيات الحماية.



الشكل 13.7: مثال لمسار أحد خطوط الحماية من الفيضان

في الغالب تتدرج منحنيات الحماية بمناسيب تحسين مختلفة خلف بعضها البعض حتى يتم التمكن من الانتقال إلى منحنيات حماية محضرة أخرى مع ارتفاع مناسيب المياه، فمن خلال تدرج منحنيات الحماية يمكن أيضاً تجنب تفعيل الحماية الشاملة أثناء حوادث الفيضان الصغيرة، بذلك نوفر الوقت لتفعيل تدابير الحماية التالية وبذلك يتم تجنب التكاليف، ولكن الشرط لمثل هذا الأسلوب التدريجي هو حصول أصحاب القرار بهذا الشأن على معلومات موثوقة عن تطور حالة الفيضان.

عوامل التأثير أثناء تحديد منحنيات الحماية من الفيضان

إن إنشاء منحنيات الحماية من الفيضان يعني الفصل بين المناطق التي يمكن أن تغمر وتلك المحمية من الفيضان، ويجب على القاطنين بجوار المجرى المائي - أي الناس الموجودين بأملاكهم في المناطق الواقعة دون منحنيات الحماية من الفيضان - أن يتخذوا تدابير إضافية لمقاومة تأثيرات الفيضان، ومن الطبيعي أن يكون اهتمام القاطنين بجوار المجاري المائية كبيراً جداً لتثبيت منحنيات الحماية من الفيضان، والأكثر أهمية هو أن يكون تثبيت معايير القرارات المرجعية معللاً، والنقاط الهامة يمكن أن تكون على سبيل المثال:

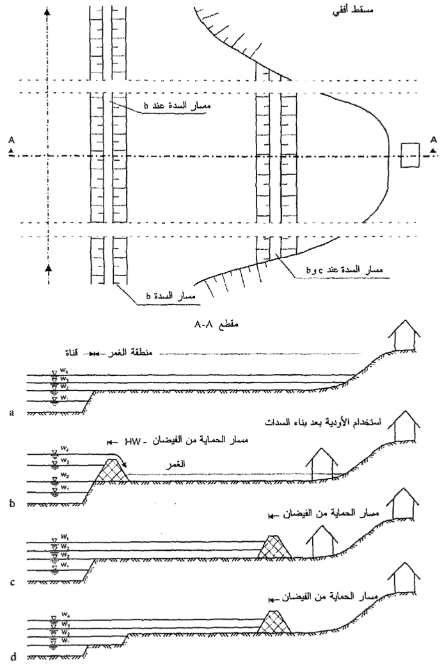
- التصاريف، التكرار السنوي للتصاريف ومناسيب المياه الناتجة عنها، الارتفاعات الآنية لمناطق الضفاف، المسار الطبيعي لحدود الغمر،
- المناطق المعرّضة للخطر عند تنفيذ منحنـــي حماية ما،
- منشآت الحماية من الفيضان الموجودة سابقاً، استكمال وسائل الحماية من الفيضان الموجودة سابقاً، وإدخال منحنـــي الحماية لأجزاء المجاري المائية المجاورة،
- بناء واستغلال مناطق الضفاف، حساسية استغلال المناطق القريبة من الضفاف (قابلية الضرر)،
- أسبقية المناطق الواجب حمايتها (على سبيل المثال المنشآت الصناعية، خزانات الوقود)،
- الحماية الخاصة للمنشآت الأساسية الهامة (مثلاً منشآت النقل، المشافي، تأمين الكهرباء)،
- فعالية منحنـــي الحماية ضد الماء تحت الأرضي (على سبيل المثال الماء الجوفي)،
- إدخال منشآت تقنية الصرف الصحي (انظر الفقرة 7-1-7)،
- كلفة تدابير الحماية من الفيضان بالمقارنة مع التخفيض المفروض لأضرار الفيضان (انظر الفقرة 9-3)
- التوفير أثناء إدارة التدابير،
- مصالح وأمانـــي القاطنين بجوار المجاري المائية.

هذه القائمة بكل تأكيد غير كاملة ويجب أن تستكمل خلال عملية التصميم بشكل دائم.

موضع منحنـــي الحماية والمؤثرات المرتبطة بمناسيب الماء

إن موضع منحنـــي الحماية والمجرى المائي يملك مؤثرات مباشرة على تخزين الماء واستطاعة التصريف وعلى مناسيب الماء أيضاً، وفي هذا الموضع يجب أن يتم توضيح كيفية تغيّر مناسيب الماء في جزء من مجرى مائي بالعلاقة مع موضع منحنـــي الحماية (هنا يمثل بسدة حماية من الفيضان)، ولذلك يقارن كل منسوب ماء ناتج مع حالة بدائية مفترضة (الحالة الحالية - انظر الشكل 7-14 a).

في الحالة البدائية (الحالة الحالية) يمكن أن يصرّف المجرى المائي في أحسن الحالات Q_2 (منسوب ماء w_2) بدون تجاوز لمناطق الضفاف (الشكل 7-14 a) وفي تصاريف أكبر سوف تتجاوز المياه الضفاف وتغمر المساحات المجاورة، والأضرار الناتجة عن ذلك تكون قليلة، كون هذه المناطق تتعرض بشكل دائم للفيضان ولا توجد نشاطات ذات قيمة عالية.



الشكل 14.7: رسم تخطيطي- موقع منحنـــي الحماية من الفيضان والمؤثرات الموجهة على مناسيب المياه wx عند تصاريف متعددة Qx (بينما $Q1 < Q2 < Q_3 < Q_4$). a) حالة بدائية (حالة – الواقع). b) رفع الجوانب من خلال سدة (الفرضية 1). c) إبعاد السدة إلى الخلف (الفرضية 2). d) إرجاع السدة إلى الخلف وتجزيء مقطع التصريف (الفرضية 3)

في حالة الفرضية 1 يمكن أن تزداد استطاعة التصريف للمجرى المائي من خلال إنشاء سدة حماية من الفيضان بحيث أنه يمكن أن يمرر التصريف Q_3 بدون تجاوز للضفاف (الشكل 7-14 b). ولكن بالنسبة للقاطنين أسفل التيار تزداد التصاريف ومناسيب الماء باعتبار أنه على مساحات الغمر المقتطعة (المساحات المحيطة بالمجرى) يتم تخزين مياه أقل، ويسبب التصريف الأكبر من ذلك Q_4 أضراراً، عندما تغمر المساحات المستغلة.

وفي حالة أمان وهمية أي الحالة التـي يعتقد فيها أنه لا يأتـي فيضان أكبر من Q_3 تم إنشاء منشآت هامة على المساحات غير المهددة بالفيضان خلف سدة الحماية، ولكن يؤدي الاستخدام الموجود هناك في حالة فيضان كبير (بالعلاقة مع تدمير السدة) إلى أضرار مرتفعة جداً، ونتيجة لذلك تم زيادة ارتفاع السدة وبالتالي تزداد حالة المواطنين القاطنين أسفل التيار سوءاً، وحتـى ذلك الحين يأتـي الفيضان بالنسبة للقاطنين التاليين أكبر وأعنف.

وتكون الفرضية 1 مثالاً كلاسيكياً يعرض كيف تم في سنين طويلة ماضية تصميم وتنفيذ حماية من الفيضان على المجرى المائي، وبنفس الوقت تعرض هذه الفرضية الظروف التـي يجب أن تنفذ بها الحماية اليوم على المجاري المائية من فيضان عارم متوقع.

وعندما نضع منحنـي الحماية من الفيضان إلى الوراء يتحسن تخزين المياه باعتبار أن المياه تتجاوز الجوانب لمنسوب ماء أخفض، في الجزء من المجرى ذي العلاقة يمكن أن يمرر التصريف Q_4 أيضاً بدون تجاوز للجوانب (انظر الفرضية 2 الشكل 7-14 c). وبالنسبة للقاطنين أسفل التيار تنخفض التصاريف باعتبار أنه تتخزن كمية مياه أكبر.

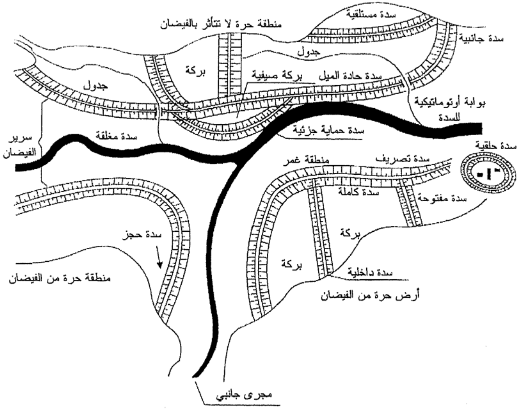
من خلال إعادة التشكيل لمقطع الجريان الموجود يتحسن تخزين المياه مرة أخرى لجزء ضئيل (انظر الفرضية 3 الشكل 7-14 d)، ويتوفر الآن مقطع جريان أكبر من السابق للمياه اعتباراً من تصريف مقداره Q_2 وهذا يؤدي إلى انخفاض لمناسيب المياه في جزء المجرى المحمي وتنخفض أيضاً قمم الفيضان ويتأخر تبعاً لذلك تجاوز المياه لجوانب المجرى المائي.

8.2.1.7 ربط المجاري المائية الثانوية

يظهر ربط المجاري المائية الثانوية متاعب خاصة أثناء التصميم للحماية من الفيضان. تنتشر مناسيب المياه المرتفعة في المجاري الرئيسية في المجاري المائية الثانوية أيضاً، ويجب أثناء تثبيت منحنـي الحماية أن تؤخذ هذه بالاعتبار (انظر الشكل 7-15)، وفي تدابير التحسين السابقة

أنشئت عند مصبات المجاري المائية الثانوية مساقط تعيق دخول المياه ولكنها تمثل في حالة مناسيب المياه المنخفضة إعاقات لانتقال الأحياء المائية والأسماك ولذلك يجب رفضها لأسباب إيكولوجية.

وحسب نوع المجرى المائي يجب أن يخطط عند المصبات لتخزين وحجز الأخشاب والمجروفات، مثل هذه المواد يمكن أن تتسبب بحدوث تضايقات وترسبات تؤثر سلباً على استطاعة التصريف.

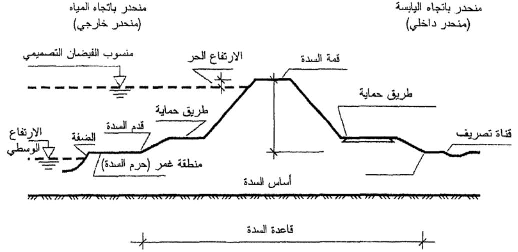


الشكل 7. 15: رسومات تخطيطية للسدات (DVWK, 1996)

3.1.7 سدات الحماية من الفيضان

بعكس السدود الترابية في منشآت التخزين (السدود) تخزن السدات المياه بشكل غير منتظم لوقت قصير فقط وتجهّز السدود دوماً بكتامة، بينما لا تزود السدات بها إلا في الحالة

التـــي ينتظر فيها حصول كميات تسرب كبيرة عند استخدام مواد إنشائية محلية بدون عزل، وتتمايز سدات البحيرات عن السدات النهرية حيث أنها تتعرض إلى جانب تأثيرات حجز الماء إلى حمولات الأمواج وتتغير مدة التخزين بشكل متبدل ودوري. حسب منطقة المد، وحسب وظيفة السدة في الحماية من الفيضان نميز بين أنواع سدات مختلفة (الشكل 7-15 و7-16).



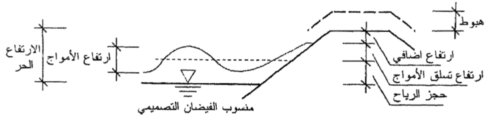
الشكل 16.7: مصطلحات للسدات النهرية (DVWK, 1986)- مقطع سدة تم تعليته

1.3.1.7 رصيف السدة وارتفاعها

يستند تصميم السدات إلى متطلبات الاستغلال للزراعة واستثمار المياه المنـــزلي ولحماية البيئة والطبيعة ولاستغلالها في الاستجمام وقضاء أوقات الفراغ وكذلك يرتبط بالشروط الهيدروليكية والطبوغرافية والبنية الأساسية المحيطة، ويجب أن تقارن جميع وجهات النظر مع بعضها البعض في طريقة التصميم، بحيث يتم الوصول إلى تأثير حماية فعال قدر الإمكان بكلفة إنشاء وصيانة وتشغيل مثالية (DVWK, 1986) ويحدد ارتفاع السدة انطلاقا من هدف الحماية أو منسوب الحماية (منسوب الفيضان التصميمي) والارتفاع الحر (الشكل 7-17).

يثبت منسوب الفيضان التصميمي بالنظر إلى الخطر المتبقي المقبول بحيث أن فائدة السدة (حماية حياة وصحة الإنسان والممتلكات) تكون أكبر من التكلفة والأضرار المحتمل تسببها

للطبيعة وللبيئة، ويكون أساس اختيار وتحديد الفيضان التصميمي هو مراقبات التصريف والهطول للمنطقة ذات العلاقة، يجري التحديد المنهجي بمساعدة اختبار التكلفة – الفائدة (انظر مثلاً ROTTCHER and TONSMANN, 1999).



الشكل 17.7: الارتفاع الحر

إن الارتفاع الحر هو البعد الرأسي بين قمة السدة ومنسوب الفيضان التصميمي (الشكل 17-7) ويجب إن يشمل الارتفاع الناجم عن الرياح وارتفاع تسلّق الأمواج وارتفاع التخزين الناجم عن التجمد (الجليد). تنتج الإضافات الأخرى من ارتيابات التنفيذ ووصلات العزل وغيرها، وعندما لا تحدد قيمة الارتفاع الحر حسابياً تقترح (DVWK 1986) قيما تصاعدية حسب ارتفاع الماء فوق سطح القعر (الجدول 7-2).

الجدول 2.7: تدرج قيمة الارتفاع الحر (DVWK ,1986)

ارتفاع الماء فوق سطح الأرض [m]	قيمة الارتفاع الحر [m]	ارتفاع السدة [m]
حتى 2.0 m	0.5	2.5
حتى 2.4 m	0.6	3.0
حتى 2.8 m	0.7	3.5
حتى 3.2 m	0.8	4.0
حتى 3.6 m	0.9	4.5
حتى 4.0 m	1.0	5.0

يجب أن يؤخذ هبوط جسم السدة بالاعتبار من خلال زيادة ارتفاع جسم السدة بمقدار قيمة الهبوط وليس من خلال قيمة إضافية لقيمة الارتفاع الحر.

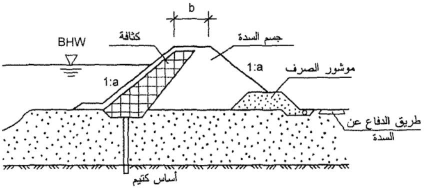
2.3.1.7 مقطع السدة

يحدد مقطع السدة من خلال عرض القمة وميل الجوانب ووضعية المصاطب، ويجب أن ينقل جسم السدة التأثيرات القادمة من تخزين المياه إلى طبقات التأسيس وأن يكون كتيماً بقدر كاف، وتتحقق هذه المتطلبات بأسلوب مثالي باستخدام ما يسمى السدة المشكلة من أقسام (عدة أنواع من التربة) مناطق الشكل (7-18)، في هذا المقطع توضع التربة الأقل نفاذية على الوجه الأمامي للسدة (جهة المياه)، على سبيل المثال لوم الأودية أو أنواع تربة متماسكة أخرى، التـــي تكتسب بمعالجة حقيقية مواصفات عناصر العزل (مادة العزل) بينما يتكون جزء الحماية من أنواع تربة غير متماسكة ويجب أن تؤمن دعامة أمينة للعزل، وعند قدم السدة الخلفي (من جهة الهواء) يوضع فلتر يؤمن مع عناصر الصرف الخروج غير المنظّم للماء المتسرب ويمنع كذلك الجرف المخيف لجسم السدة الأساسي.

يمكن أن توصل منطقة العزل مباشرة أو بواسطة جدار عزل بطبقات الأساس ذات النفاذية القليلة، وعندما توضع طبقات تربة كتيمة بشكل كاف يقلل جدار الكتامة المنفذ في هذه الطبقات الجريان أسفل السدة، مما يزيد في أمان الاستقرار للسدة ويقل خطر الجرف وبنفس الوقت تقل كمية المياه المتسربة في حالة الفيضان.

تكون الميول الجانبية للسدات النهرية جهة الماء والجهة الخلفية بميل 1:3 أو بميل منبسط أكثر، بينما في سدات البحيرات وبسبب تأثيرات الأمواج تكون الجوانب المائلة من جهة الماء بميل 1:6 أو أكثر تسطحاً ويجب أن تكون قمة السدة بعرض 3 m وفي السدات ذات الارتفاع الصغير تصل حتـــى 2 m، ويجب ألا تقام طرقات الحماية عن السدة على القمة وإنما على الجهة الخلفية، كما تزيد المصاطب على الجهة الخلفية استقرار السدات وتسهل أعمال الصيانة، ويمكن أن تسمح بمرور السيارات إذا كانت ذات عرض يسمح بذلك (مصاطب مرور).

يشترط المقطع العرضي حسب الشكل (7-18) أنواع ترب كتيمة ومتوفرة بشكل كاف وصالحة بحيث لا تكون تقنية إنشائها مكلفة جداً، حيث أن تجهيزات الإنشاء لتنفيذ الترب المتماسكة والمفككة يجب أن تكون بجانب بعضها البعض.

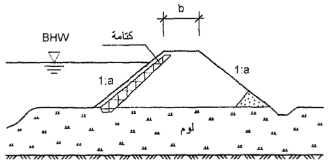


الشكل 18.7: رسم توضيحي لمبدأ سدة بثلاثة أجزاء

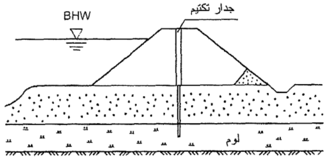
يمكن أن يستخدم بشكل رئيسي للتكتيم البيتون والإسفلت والطين والإسمنت الكتلي والمواد البلاستيكية والفولاذ (الأشكال 7-19 و7-20) ولزيادة طول مسار التسرب تستخدم عوازل تكتيم سطحية حيث تمد غالبا مسافة في الأرضية الأمامية، الشكل (7-21)، ويفضل هذا الأسلوب من الإنشاء عندما تتواجد طبقة التأسيس غير النفوذة على عمق كبير، فمن خلال زيادة طول خط التسرب يقل التسرب من أسفل المنشأة (تخفيض كمية المياه المتسربة) وقدرته على جرف التربة.

يجب أن نضع فلتر عند قدم السدة من الجهة الخلفية (اليابسة) والذي يجعل منحنـــي التسرب يتجه نحو الأسفل حيث بدون الفلتر يخرج منحنـــي التسرب تقريباً في الثلث السفلي من ارتفاع التخزين، ويوضع الفلتر حتـــى هذا الارتفاع وغالباً ما يكون على شكل مقطع مثلثي، وفي حالة الجريان تحت السدة يستقبل الفلتر هذا الماء أيضاً، ومن الفلتر يمكن أن يجر الماء من خلال قنوات مكشوفة أو من خلال أنابيب، وعندما لا توجد جداول كافية يجب أن يؤمن طرد هذه المياه من خلال منشآت ضخ وتفضل أنابيب التصريف عندما نخشى خطر الجرف لطبقة التأسيس في حالة القنوات المكشوفة.

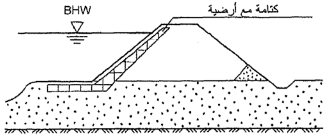
إلى جانب الفلاتر عند قدم السدة حسب الشكل (7-18) تنشأ على الجوانب فلاتر على السطح الخلفي غالباً ما تكون ملحقة في طبقات التقوية للسدة أو ردميات السدة الشكل (7-22) لالتقاط الجريانات السفلية وتكون هذه الفلاتر أقل ملاءمة وذلك لكونها تملك مساحة التقاط صغيرة للتيار القادم في الطبقات السفلية (طبقات التأسيس).



الشكل 19.7: كتامة سطحية بجهة الماء أمام الجسم الحامل على طبقة تأسيس ذات نفاذية قليلة

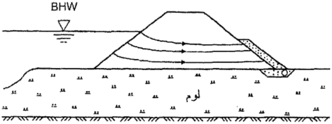


الشكل 20.7: كتامة على شكل نواة مع جدار كتامة متوضع لعمق كبير في طبقة تأسيس ذات نفاذية قليلة

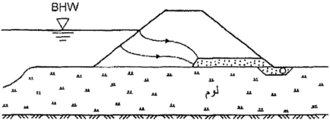


الشكل 21.7: كتامة سطحية ببساط كتامة في الأرضية الأمامية

تكون الفلاتر الخطية (وسادة) عند قدم الجانب الخلفي الشكل (7-23) مرتبطة بمشاكل وذلك لأنها تقصر خط التسرب في السدة وبالتالي يزيد خطر الجرف لجسم السدة وتؤثر في زيادة كميات المياه المتسربة (قارن مع الفقرة 5-3-4). تكون هذه الفلاتر غير قابلة للتجديد ولذلك يطلب في حال غيابها كما في DIN 19702 التحقق من جميع متطلبات أمان الاستقرار كما هي الحالة بالنسبة للسدات بدون فلتر.



الشكل 22.7: الفلتر المحمول

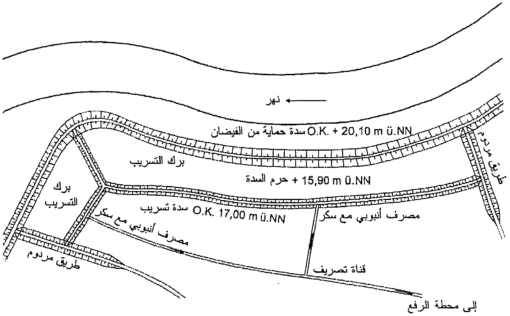


الشكل 23.7: فلتر سطح تحت قدم السدة للواجهة الخلفية

3.3.1.7 برك الفيضان (Polder)

في المنطقة ذات الاحتقان الكبير للماء وخاصة من الطبقات السفلية (الماء المتسرب) تصبح عملية تحويل المياه من خلال منشآت الضخ مكلفة جداً اقتصادياً. في هذه الحالة يمكن أن تحجز المساحات ذات الاحتقان الكبير للماء المتسرب بسدات قليلة الارتفاع وينشأ ما يسمى ببرك التسرب الشكل (7-24)، ففي حالة الفيضان تمتلئ البرك بالماء المتسرب، وبسبب فرق منسوب الماء القليل بين منسوب الماء في حالة الفيضان ومنسوب الماء في برك التسريب تصبح كمية الماء المتسرب أقل، ويجب أن يبقى منسوب الماء في البرك المليئة أقل من ارتفاع السدة، بينما تحتاج برك الماء المتسرب إلى تجهيزات صرف قابلة للتحكم ولا يسمح أبداً بالاستخدام المؤقت لأراضي برك التسريب.

إضافة إلى ذلك يمكن أن تنشأ برك الحماية من الفيضان التـــي تملأ في حالة الفيضان وتخفض ارتفاع الفيضان للقاطنين في المواقع السفلية من النهر، كما يمكن أن تحدد هذه البرك أيضاً من خلال صف ثان من السدات، ويشكّل الوضع الطبيعي للوديان الحدود مع الأرض غير المعّرضة الشكل (7-15)



الشكل 24.7: مثال لتوضيح برك التسريب

4.3.1.7 حماية الجوانب

إن أفضل حماية لجسم السدة تتأمن من خلال غطاء دائم وكامل من الحشائش القصيرة القامة على الجوانب والقمة، وتعطي جذور هذه الحشائش متانة لطبقة التربة بسماكة حوالي 15-20 cm والتـــي لا تستطيع التربة لوحدها أن تحققها، بذلك يمكن أن تتحمل ضربات الأمواج والجريان بدون ضرر مثلاً، ويمكن أيضاً إدخال تغلغل الجذور كعامل تماسك إضافي C_W في تحقيق أمان الاستقرار (RICHWIEN, 1999).

أما الحصول على غطاء نباتـــي من الشجر والشجيرات الصغيرة والأعشاب الأخرى فانه يسبب الضرر لكتامة وأمان الاستقرار للسدات بأشكال متعددة وبالتالي فهو غير مقبول وكذلك يجعل عملية الصيانة أصعب، وعندما تكون هناك ضرورة لبعض الأفكار التـــي توصي بتشكيل طبيعي من خلال استنبات بعض الأشجار الخشبية فيجب البحث عن الحلول، والتـــي تمكّن على الأقل من استنبات جزئي ولكن بحيث يحقق أمان السدة، وذلك من خلال جوانب ذات ميل بسيط أو عرض كبير للقمة.

يجب أن تكون المسافة الدنيا بين مكان الأشجار الخشبية في الأرض وقدم السدات محققة،

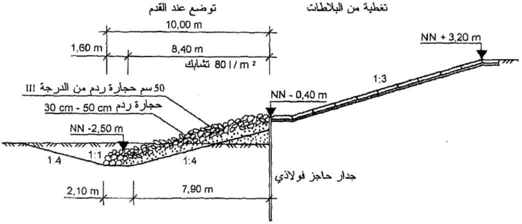
وتتعلق هذه المسافة بنوع الأشجار (على سبيل المثال الحور 30 m، الأشجار ذات النمو الطبيعي 10 m) بذلك لا يتضرر أمان استقرار السدة من الجذور الميتة للأشجار الساقطة ويمكن حسب المعطيات القياسية لشروط النهر أن يسمح بالزرع في الضفاف.

5.3.1.7 تثبيت الجانب المائي من السدة

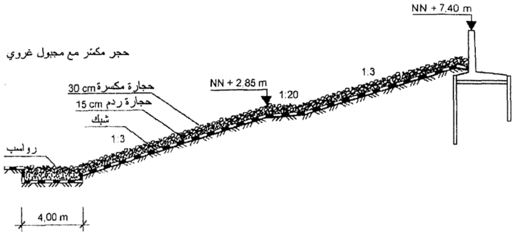
تكون أنواع التثبيت ضرورية على الجانب المائي فقط في السدات بدون ضفاف (سدات صغيرة) أو جوانب ذات ميل كبير، ويجب في هذه الحالة أيضاً الأخذ بالحسبان أنه ستوجد تأثيرات للتيار على الجوانب.

تنشأ أنواع التثبيت هذه بشكل مشابه لمنشآت التغطية في قنوات الملاحة النهرية وحسب نوع تأثيرات التيار والأمواج تستخدم تغطية ثقيلة أو خفيفة الأشكال (7-25 و7-26) وتوجد أساليب إنشاء عديدة لتنفيذ التنظيم (انظر DIN19657).

والمهم في جميع هذه المنشآت هو أن تقاوم قوى الجريان وأن تكون آمنة ضدّ الجرف وبالإضافة إلى ذلك يجب ألا تنـــزلق على المنحدر عند الهبوط المفاجئ لمنسوب الماء في النهر بسبب تأثير ضغط التيار المتسرب من المنحدر. لهذا فان السدات تدعم عند القدم في حال كون الميل شديد للمنحدر.



الشكل 25.7: الشاطئ الشرقي لـــ Weser شمالي Neuenkirchen، حفظ قدم السدة ضد التيار وأمواج السفن (EVU.1990)



الشكل 26.7: الشاطئ الغربـــي لـــ Weser شمالي Nordenhain حفظ الشاطئ أمام جدار الحماية ضد التيار والأمواج (EVU, 1990).

6.3.1.7 الأجزاء المعرضة للغمر

تجري المياه فوق السدات عندما تتجاوز الفيضانات الفيضان التصميمي، ويؤدي جريان الماء فوق السدة، وحتـــى بكمية قليلة نحو الجهة الخلفية الذي يدوم ولو لوقت قصير إلى انهيار السدة طالما أن الجانب الخلفي والقمة لم يصمما لهذه الغاية ويجهزا لمقاومته واستيعابه.

ينشأ التأثير المدمر للسدة من فيضان الماء فوقها أو من جراء رشحه عبر قمتها وإلى الجانب الخلفي، وبهذا يؤثر ضغط الجريان كحمولات إضافية وبنفس الوقت تنقص متانة ترب السدة، وبالنتيجة تحصل انزلاقات للجانب وتشقق وانهيار لاحق للقمة، بعد ذلك ينهار جزء منها بطول كبير في وقت قصير. لا يكون الحت ذا أهمية في البداية إذا كانت كثافة الحشائش والغطاء النباتـــي جيدة (RICHWIEN and WEISSMANN, 1999).

لتخفيف خطر فيضان الماء فوق القمة يمكننا في حالة الفيضانات التـــي تسبب ارتفاعات كبيرة للماء تخفيض منسوب قمة السدة لمسافة محدودة لتأمين مرور المياه من خلالها إلى السفح الخلفي. لذلك يجب تشكيل السفح الخلفي بطريقة لا يحدث انهيار له عند فيضان الماء فوق القمة، هنا لا بد من العناية بالمنطقة الانتقالية من القمة إلى السفح كذلك الانتقالات الجانبية إلى السفح غير المحمي. إن الجزء الذي يتعرض لجريان الماء فوقه (يغمر) يمكن تخفيض ميل السفح فيه إلي 1:10 أو جعله أكثر تسطحاً.

7.3.1.7 المنشآت في السدة

توضع منشآت في السدة تعتبر كنقاط ضعف في حال عدم الاستغناء عنها، فلا يمكن أن يسمح بإنشاء الأنابيب في السدات إلا في إطار الأسباب الحتمية المتعلقة بتقنية التأمين أو التزويد بالماء ولا تكفي الأسباب الاقتصادية لوحدها (اقتباس من DVWK, 1986).

يوضح هذا الاقتباس إحداث الضرر الأساسي والذي يمكن أن ينتج من جميع أنواع المنشآت والتـــي ترتبط بجسم المنشأة. وينتج الضرر من ظروف الهبوطات المختلفة للسدة والمنشآت، حيث ينشأ في السطوح الفاصلة تفكك للتربة وفقدان الكتامة وبالتالي إمكانية ظهور الحت أو الجرف، كما أنه تنتج حمولات إضافية من المنشآت المقامة في السدات عندما تنشأ دوامات وأمواج اسطوانية أثناء تصريف الفيضان وكذلك عند ارتفاع وانخفاض منسوب الماء.

ينتمي إلى هذه المنشآت التـــي تتواجد في السدة على الرغم من التحفظات الأساسية السابقة منشآت الضخ والرفع والبوابات الصغيرة للسدات وأبواب السدات. وباعتبار أنه يلزم لهذه المنشآت تأسيس عميق، لذلك تنشأ مشكلة الهبوطات المتفاوتة للمنشأ والسدة بأشكال خاصة. في هذه الحالات يجب إيقاف خط التسرب الناشئ عند حدود المنشآت، عبر تدابير إنشائية مناسبة لإيقاف جريان الماء المباشر في الفجوات الواسعة ومنع الحت التماسي بشكل جيّد، وكذلك يجب أن يكون ارتفاع قمة السدة بالقرب من منطقة المنشآت المذكورة أعلى بمقدار 20 cm مما هو عليه في أجزاء السدة للمناطق المحيطة، وذلك كي تستطيع استيعاب ارتفاعات الحجز والتخزين هناك.

يجب الالتزام أثناء مد الخطوط (الأنابيب والكوابل) في أو تحت السدات بالا تتوضع بشكل مواز لقمة السدة ويجب أن تبتعد عن السدة على الأقل بـــ 10 m في حال عدم تقاطعها مع مسار السدة، علاوة على ذلك فان الأنابيب التـــي تمدد بشكل متقاطع مع السدة يجب أن تبتعد بمسافة لا تقل عن 15 m عن المنشآت المتواجدة ضمن السدة. وعندما تعترض الأنابيب السدة، في مناطق المنخفضات الجبلية يجب أن تمرر هذه الأنابيب فوق السدة عندما نخاف من الهبوطات أو تغيرات مناطق الوصل، وتحتوي (DVWK, 1986) على نصائح أخرى.

8.3.1.7 مناطق الحماية

لحماية السدات والمنشآت الخاصة بها يتم تحديد وتثبيت مناطق حماية نظامية حكومية، فالمنطقة "I" تشتمل السدة نفسها ولها درجة الحماية الأعلى، ومناطق الحماية II وIII بدرجة حماية أقل وتشمل المناطق المحيطة (على سبيل المثال 20 m لكلتا الجهتين من منطقة الحماية I و50 m من الجهتين من منطقة الحماية II) .

وللقيام بأية تغييرات إنشائية وغيرها ضمن مناطق الحماية من الضروري الحصول على موافقة، وبالإضافة إلى ذلك يجب أن نراعي التوجيهات الهامة لرعايتها، وتحدد مناطق الحماية والنصائح والتوجيهات المتعلقة بها من قبل السلطات الإدارية.

9.3.1.7 متطلبات أساس ومواد بناء السدة

إن مواصفات أساس السدة يمكن أن يكون حاسما لاختيار مسارها ويأتـي تحري هذا الأساس قبل مرحلة التخطيط ويكون هاماً جداً لإيجاد الاحتمالات الممكنة للمسار.

وبالنظر إلى مواد البناء اللازمة للسدة تكون المواصفات النوعية للمواد هي محط الاهتمام الرئيسي وكذلك إمكانية توفر أنواع التربة الملائمة.

أساس السدة، متطلبات ميكانيك التربة والتحريات

يجب أن يكون أساس السدة من جهة متينا بشكل كاف لكي يستطيع تحمل حمولات السدة بأمان وبدون هبوطات كبيرة، ومن جهة أخرى أن يكون أيضاً ذا نفاذية ضعيفة قدر الإمكان لكي يبقى الجريان أسفل السدة محدوداً.

من المفيد وجود أساس من الطين ذي سماكة ليست كبيرة ويستند إلى طبقة رملية بحصية بكثافة توضع متوسطة لكي تكون قادرة على تحمل الأحمال.

يجب أن نقوم باستكشاف البنية الجيولوجية لمنطقة المشروع قبل القيام باختبارات ميكانيك التربة، توجد لهذه الغاية خرائط جيولوجية مفيدة والتـي تضعها عادة السلطات المختصة بالجيولوجيا في المقاطعة، ويمكن أن يؤخذ من هذه الخرائط البنية العامة لطبقات التأسيس الحرجة المتوقعة، وهذه المناطق حاسمة لاختيار مسار السدة.

يتركز برنامج الاستكشاف على القواعد المتعلقة لتنفيذ استكشافات طبقات التأسيس

(على سبيل المثال RICHEIEN and LESNY, 2000)، ويكون هدف الاستكشافات هذه هو معرفة نوع وتتابع طبقات التأسيس القادرة على التحمل (المتينة) تحت السدة وكذلك نوع ومواصفات التربة العلوية الواقعة أمام السدة وتلك الواقعة خلف السدة، والغاية من كل ذلك هو التحقق من تمكن هذه التربة من منع التسرب تحت السدة، والوسيلة المستخدمة للوصول إلى هذه الاستكشافات هي السبور الرئيسية بتباعد تقريبـــي بين السبور قدره 100m على طول مسار السدة والحفر المجاورة أو الاستكشاف بالمجسات أو السبور المزودة بمجسات في نطاق محدد على جانبـــي السدة.

تنفذ السبور الرئيسية مع تجميع مستمر لعينات التربة على عمق مماثل لارتفاع السدات على الأقل أو حتـــى إلى طبقات التربة المعروفة من الاستكشاف الجيولوجي والتـــي يمكن تحديد مواصفاتها بشكل أكيد، ويجب أن تحقق عينات التربة المأخوذة من السبور الرئيسية على الأقل درجات الجودة GK2 حسب DIN 4021.

ولاستكشاف المواقع أمام وخلف السدة تكفي الحفر أو سبور المجسات وحتـــى عمق تقريبـــي قدره 2 m وتستخدم هذه الاستكشافات بحيث نتمكن من تقييم سماكة ومواصفات طبقة الغطاء (غالباً طين وطين رملي) بشكل جيد ويجب أن تردم الحفر وسبور المجسات مرة أخرى بشكل جيد.

يمكن أن نلجأ في ظروف الطبقات الصعبة والضعيفة لتحسين كل من قدرة التحمل لأنواع الترب الموجودة وكذلك سلوك الهبوط ونفاذيتها للماء. وفي هذا الإطار يوجد عدد كبير من الإمكانيات في تشييد المنشآت المطمورة الخاصة (GRUNDBAU-TASCHENBUCH, 1995)، في كل حالة يكون ذا فائدة تحسين طبقات التأسيس عبر التحميل الأولي، هذا يعنـــي أنه يتم ردم جسم السدة قبل تشكيلها وبالتالي يمكن أن تتوطد طبقة الأساس مع هذه الحمولة، بذلك تتحسن مقدرة التحميل وتتناقص نفاذية الماء، وعندما يعمل توطيد كامل فإن السدة لا تعانـــي بعد ذلك من هبوطات. ويمكن أن يستكمل التحميل الأولي عبر تدابير أخرى (مثلاً التكتيم بالرج وتكتيم بالحشوة، استخدام الجيوتكستيل (النسيج الجيولوجي) والتبديل الجزئي للتربة).

أنواع الترب القابلة للاستخدام في السدة

على جميع أنواع الترب المستخدمة في إنشاء السدة أن تكون مستقرة (ثابتة) أي يجب أن تكون مع الزمن وتحت تأثير الماء غير قابلة للتحلل أو للانحلال أو للانتفاخ أو الانكماش الشديد، علاوة على ذلك يجب ألا تفقد متانتها بالتبلل بشكل كامل.

وتعتبر جميع أنواع الترب الطبيعية ملائمة مثل الطين والسيليت والرمل والحصى، وتكون الحجارة والصخور المكسرة مثل الغنايس والحصى والجلاميد أقل ملاءمة طالما أنها لا تستخدم للفلتر.

ولا يلائم التورب وطين المستنقعات ووحل البحيرات والوحل الناتج عن محطات معالجة الصرف الصحي بسبب احتوائها على أجزاء عضوية (نسبة من المواد العضوية)، وتكون الترب اللحقية (طفال متماسك) تورب غابات على الرغم من احتوائها على جزء كبير نسبياً من المواد العضوية ملائمة جدا لتغطية سفحي السدة، في النصائح B لـ "نصائح لأهداف الحماية للشواطئ EAK, 1993" وضعت قواعد استخدام الترب في سدات البحيرات لأجل حماية الشواطئ والسدات النهرية، وتوجد أنواع الترب والتجارب اللازمة في DVWK, 1986.

كما يجب أن تجلب كميات التربة الضرورية أساسا وعلى الغالب من الأمكنة القريبة. إن مقاطع السدات حسب الشكل (7-18) بأقسام كتامة من جهة الماء مكونة من مواد مترابطة نادرا ما تنشأ بهذا الشكل، لكن يمكن استخدام الطين والسيليت والترب الخليطة المتماسكة (طين الأودية) في مناطق التكتيم، والكتامات حسب الأشكال (7-19 وحتى 7-21) ويكون ملاط الحفر والرماد ملائما عندما يكون قابلا للبناء والرص.

ويلائم الرمل والحصى والمواد المكسرة (الحصى والغنايس والجلاميد) وكذلك مواد المقالع والخبث لأجسام الحماية ولجميع المواد يجب التحقق من الملائمة، وتصلح لذلك بشكل معقول الأحكام والنصائح لـ DIN 18300، وتكون أيضاً الدلائل القياسية لـ ZTVE - StB 94 قابلة للاستخدام، وغالباً ما تستخدم لتقييم الملاءمة.

الفلتر

وظيفة الفلتر هي استقبال الماء المتسرب من السدة ومن طبقات التأسيس وصرفها نحو

الخارج بدون أضرار، ولذلك يجب أن يحقق ما يلي:

- أن يكون فعالاً هيدروليكياً، هذا يعني ألا يمنع دخول الماء إليه وكذلك صرف الماء بدون ضغط و
- أن تكون الفلاتر ثابتة ميكانيكياً، هذا يعني ألا تفقد وظيفتها الدائمة كفلاتر بفعل جرف الحبات الناعمة وتجميعها (إغلاق الفراغات ضمن الفلتر).

ويتم التحقق من هاتين الخاصتين في إطار "شروط الفلتر" على سبيل المثال من قبل TERZAGHI (انظر مثلاً RAPPERT, 1980). عادة توضع الفلاتر كموشور صرف حسب الشكل (7-18)، عند ذلك يأخذ الموشور ارتفاعاً مقداره 2/3 (ثلثي) ارتفاع التخزين، ويجب ألا تكون الفلاتر المساحية (المسطحة) أقل سماكة من 1m تقريباً، ويمكن أن تصنع الفلاتر من الرمل والحصى والزلط والجلاميد أو الخبث، ونتحدث عند ذلك عن "الفلاتر المعدنية" أو "فلاتر الحبات". باستخدام هذه المواد السابقة كمادة إنشاء للسدة من الحبات الناعمة (رمل سيليتي) لا تكون شروط الفلتر محققة إلا بشكل مشروط. في هذه الحالة تركب مواد البناء المذكورة أعلاه مع فلاتر صناعية (جيو تكستيل).

ولا ينصح في هذه الحالات استخدام ما يسمى الفلاتر المتطبقة والتي فيها تنشأ الفلاتر من عدة طبقات فلتر مختلفة التركيب، حيث توضع طبقة الفلتر ذات الحبات الأكثر نعومة على جهة التربة المراد فلترها وطبقة الفلتر ذات الحبات الأخشن من الجهة الخارجية. وتكون هذه الفلاتر نظرياً في بدء عملها فعالة بشكل تام ولكنها تجعل عملية الاستثمار صعبة وتكون عرضة للخطأ في التنفيذ.

ويجب اختيار أبعاد حبات الفلتر بحيث يمكن أن يقاد الماء المتسرب الواصل إليها بمعامل أمان مضاعف (DVWK 1986) إلى المسامات، وهذا ينطبق أيضاً على حساب أبعاد المصارف.

10.3.1.7 أمان السدة

ضمن مصطلح أمان السدة يتم إيجاز مجموع المواصفات الستاتيكية والوظيفية ودرجة تحقيقها، وتعريف كامل لأمان السدة غير متوفر ويجب لذلك أن تفحص وتقيم على انفراد

جميع آليات الفشل الستاتيكية المحتملة والفشل في الوظيفة.

التأثيرات

يجب أن تبقى السدة مستقرة تحت جميع المؤثرات، ويجب أن نأخذ بالاعتبار أن السدات لا تحجز المياه بشكل دائم، وتلغى بذلك حالات التحميل 1 حسب DIN 1054 وNL (حالات التحميل العادية) حسب DIN 19700 لكون ضغط الماء عند منسوب الفيضان التصميمي (BHW) وضغط الجريان ليست أحمالا دائمة، ولكن يجب أن نأخذ بالاعتبار المؤثرات الناتجة مما يلي:

- الوزن الذاتـــي للسدة،
- حمولة وسائل النقل على القمة وكذلك على المصطبة وكذلك
- الحمولات الناتجة عن مناسيب الماء التـــي هي أدنـــى من مناسيب الفيضان التصميمية.

وحسب الــ DIN 1054 يجب أن تصنف هذه التأثيرات كحالة تحميل 2، وأثناء التحقق من الاستقرار حسب DIN 4084 يجب التحقق على معامل أمان عام بقيمة $\eta = 1,3$.

وبالإضافة للتأثيرات السابقة تصنف التأثيرات الآتية والمؤثرة في نفس الزمن كحالة تحميل 3 حسب DIN 1054:

- منسوب الماء حتـــى قمة السدة،
- فشل كتامة موجودة سابقة،
- فشل موشور صرف موجود سابقاً.

ويجب أن يتحقق معامل الأمان العام بقيمة $\eta = 1,2$ لهذه المؤثرات.

التحقق من الاستقرار والهبوطات

يتم التحقق من الاستقرار حسب DIN 4084 وبهذا تراعى قوى الجريان أيضاً والناتجة من حجز السدة للمياه والجريان الحاصل خلالها. وفي الحالات المنفردة يجب تنفيذ التحقيقات الآتية:

- التحقق من استقرار السفح الأمامي والسفح الخلفي (على سبيل المثال بطريقة الشرائح حسب DIN 4084 وبالإضافة لأمان الاستقرار المحلي)،

- التحقق من الاجهادات على أساس السدة (مثلاً حسب طريقة BRAUNS, 1980) وهذه الإجهادات هي اجهادات القص المتجهة نحو الخارج والناتجة عن الوزن الذاتـــي للسدة،
- التحقق من هبوطات الأساس وجسم السدة.

ويمكن الاستغناء عن التحققات في الحالات الآتية:

- عندما توجد تحققات سابقة لتصميم سدة مشابه بترب مشابهة وبنية طبقات تأسيس مشابهة،
- في حالة سدات نهرية حتـــى ارتفاع 2 m وعندما تكون الجوانب بميل 1:3 أو أقل والقمة على الأقل بعرض 3 m.

خطوط التسرب الهامة

يجب أن تثبت هذه التحقيقات أنه لا يحصل ضرر بسبب جرف المواد الناعمة والحت لجسم السدة وطبقات التأسيس بواسطة الماء المتسرب، وتنفذ التحقيقات استناداً على أسس تجريبية، ويكون التدرج الهيدروليكي للماء المتسرب محدوداً بسبب التدابير المتخذة حسب حجم الحبات والتحليل الحبـــي لأنواع الترب التـــي يحصل خلالها الجريان. إن توضع منحنـــي التسرب في جسم السدة هو الحاسم، وطالما أنه لا يمكن تحديده من شبكة الجريان فيمكن أن يحدد بشكل تقديري ومبسط كما هو في الشكل (7-27).

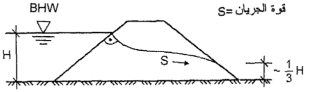
ويكون منحنـــي التسرب لدى هبوط الماء أمام السدة مهماً لأمان الاستقرار للسفح الأمامي للسدة (الشكل 7-28).

أمان الاستقرار المحلي

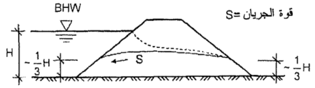
في المكان الذي يخرج فيه منحنـــي التسرب من السفح تؤثر قوة الجريان S بالإضافة إلى قوة وزن التربة (الشكل 7-27).

يحسب معامل الاستقرار المحلي η لمنحدر بزاوية β ولتربة غير مترابطة ذات زاوية احتكاك داخلي فعّالة φ' من العلاقة الآتية:

$$\eta \cong \frac{\varphi'}{2\beta} \qquad (1.7)$$



الشكل 27.7: منحنـــي التسرب المستقر لمنسوب الفيضان التصميمي (BHW).



الشكل 28.7: منحنـــي التسرب لدى هبوط منسوب الماء.

وحسب العلاقة (7-1) ينتج معامل الأمان الحسابـــي $\eta \geq 1$ لأجل $\beta < \varphi'/2$. باعتبار أنه يجب أخذ الزاوية الفعالة للاحتكاك الداخلي للترب الصالحة لإنشاء السدة بقيمة أعظمية $\varphi \leq 35°$ يكون للجوانب ذات الميل حوالي 1:3 وأكبر من ذلك أمان استقرار حسابـــي $\eta < 1$ تحت تأثير قوى الجريان الناجمة عن التسرب، وعملياً تصبح الجوانب أكثر انبساطاً تحت تأثير قوى الجريان الناجمة عن التسرب للوصول إلى زاوية ميل تعطي أمان استقرار، لا تظهر هذه المشكلة في حالة الفلاتر القدمية (موشور الصرف) حسب الأشكال (7-18 وحتـــى 7-21) وفلاتر الجوانب حسب الشكل (7-8) والفلاتر المنبسطة (بمساحة كبيرة) حسب الشكل (7-23) وذلك بسبب عدم خروج منحنـــي التسرب من السفح.

طالما أن ترب السفوح تملك أيضاً تماسكاً لا يعطي شرط التوازن بشكل محدد، وتتعلق زاوية السفح المسموحة أيضاً بعمق سطح الانزلاق، ويكون ذا فائدة كبيرة بعد ذلك أسلوب وضع شرط التوازن الذي تعطى خلاله الزاوية المتحولة للاحتكاك الداخلي φ_{mob} كتابع لميل السفح β والوزن النوعي للتربة تحت تأثير ظاهرة الرفع γ وعمق سطح الانزلاق z والتماسك c' وتكتب العلاقة للحالة التـــي يكون فيها جريان الماء المتسرب موازياً لميل السفح بالشكل

$$tg\varphi_{mob} = \eta\left(2 \cdot tg\beta - \frac{c'}{z \cdot \gamma \cdot \cos\beta}\right) \qquad (2.7a)$$

وفي حالة الجريان الأفقي:

$$tg\varphi_{mob} = \eta\left(tg2\beta - \frac{c'}{z \cdot \gamma} \cdot \frac{1}{tg^2\beta}\right) \qquad (2.7b)$$

في العلاقتين (7-2a) و(7-2b) يكون η عامل الأمان الحسابـي المرغوب به لأمان الاستقرار المحلي.

وحسب هاتين العلاقتين يكون الاحتكاك بعد ذلك متحولاً عندما تكون المصطلحات داخل الأقواس في الطرف الأيمن أكبر من الصفر، وتتحقق الحالة الحدية ($tg\ \varphi_{mob} = 0$) في الحالتين لـــ

$$\sin\beta = \frac{c'}{2 \cdot z \cdot \gamma} \qquad (3.7)$$

عندما نعوض $z = 0.3\ m$ كعمق تقريبـي لجذور الحشائش القصيرة والكثيفة المزروعة على منحدر وفي حالة استنبات جيدة، ونفترض أن الجذور يمكن أن تؤمن تماسكا $c_W = ć = 5kN/m^2$ فيصبح الأمان المحلي لسفح ما بمواصفات $\gamma = 10kN/m^3$ و$\beta = 55°$ تقريباً (1:0,7) مؤمناً بواسطة جذور الحشائش هذه لوحدها، وهذا المثال يوضح الأهمية الكبيرة للغطاء النباتـي ذي النمو الجيد لأمان الاستقرار المحلي لميول سفوح السدة في حالة الفيضان.

11.3.1.7 السوفوزيون (الجرف الداخلي للذرات الناعمة) والإيروزيون (الحت)

لا يسمح بحدوث السوفوزيون (الجرف الداخلي للذرات الناعمة) والإيروزيون (الحت) في المواد الإنشائية للسدة وللفلتر (انظر الفقرة 5-6-1) يجب عدم تجاوز القيم الحدية المرتبطة بالتربة للتدرجات الهيدروليكية في مادة السدة عند حدود الطبقات، وهذه القيم الحدية تكون معللة تجريبياً ونجد خلاصة عن ذلك في RICHWIEN, 1998، وتتمايز التطبيقات المختلفة أساساً عبر أنواع الترب المستخدمة أثناء التجارب وحدود استخدامها الناتجة من ذلك، ويكتفى في الحالة العملية غالباً استخدام القيم الحدية حسب ISTOMINA (انظر الجدول 3-7)

الجدول 3.7: القيم الحدية حسب ISTOMINA

معامل عدم التجانس U $U = d_{60}/d_{10}$	الميل الهيدروليكي الحرج i_{crit}
U < 10	0,4 >
10 < U < 20	> 0,17
U > 20	0,1 >

في حال تجاوز القيم الحدية عند مكان الخروج لتيار الماء المتسرب (مثلاً من طبقات التأسيس) يكون ضرورياً وضع فلتر فعّال في هذا المكان.

ولدى تجاوز للقيم الحدية في جسم السدة وفي طبقات التأسيس أو في طبقات التأسيس هذه وعند حدود الطبقات، يجب أن نقلل ميل الجريان من خلال تغيير الأبعاد وباتخاذ تدابير زيادة طول خط التسرب كما هو وارد في الأشكال (7-20) و(7-21).

انهيار الأساس بفعل الحت التراجعي (الإيروزيون) وأمان الرفع للمنطقة خلف السدة

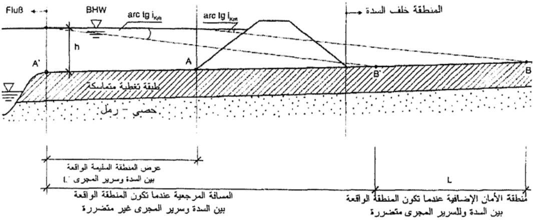
عندما تظهر في الجهة الخلفية أقماع ينابيع، يمكن انطلاقاً منها تشكل قناة حت تتطور متراجعة إلى الوجه الأمامي للسدة، وهذا النوع من الحت نادراً ما يقود إلى انهيار السدة، ولكن يمكن أن يزيد من الجريان تحت السدة بشكل كبير وبالتالي يؤثر سلباً على الغاية من استخدام السدة في حماية المناطق خلفها، ويكون الخطر موجوداً بشكل مستتر تحت طبقات التغطية قليلة النفاذية (طين الأودية).

اقترح MŪLLER-KARCHENBAUER et al. 1993 طريقة لتقييم خطر الانهيار الناجم عن الحت التراجعي الشكل (7-29)، بحيث تحسب المسافة المرجعية L_R من ارتفاع التخزين h والميل الهيدروليكي المرتبط بنوع التربة i_{krit} (مثلاً حسب ISTOMINA) بالعلاقات الهندسية.

$$L_R = \frac{h}{i_{krit}} \qquad (4.7)$$

في حال وجود منطقة غير سليمة أمام السدة (طبقة التغطية لا تغطي كامل المساحة) يمكن تعريف منطقة أمان إضافية طولها L' خلف السدة مساوية لطول منطقة الضفة أمام السدة.

مع هذه المنطقة الإضافية وشكل ظهور الينابيع ميّز MŪLLER-KIRCHENBAUER et al. 1993 درجات الخطر في الجدول (7-4).



الشكل 29.7: تعريف مصطلحات انهيار الأساس بفعل الحت التراجعي

12.3.1.7 تقوية السدة

يعنـــي مصطلح تقوية السدة جميع التدابير التصميمية التـــي تخدم تحقيق أمانها لدى متطلبات وأهداف حماية متغيرة، بمقابل ذلك توفر صيانة السدة الحفاظ على أمانها في حالة أهداف حماية ومتطلبات ثابتة. يشمل الدفاع عن السدة التدابير المتوفرة المتخذة لحالة الفيضان في إطار إدارة التدابير.

يمكن أن تنفذ تقوية السدة بواسطة تقوية الجسم الأساسي والكتامة والفلتر وبواسطة رفع السدة أو من خلال عدد من هذه الإجراءات، وفي كل حالة يجب قبل إنشاء السدة استكشاف بنية السدة والمواد الإنشائية المستخدمة ونوع ومواصفات طبقات التأسيس من خلال تجارب ميكانيك التربة المخبرية والحقلية المناسبة، كما ويجب الأخذ بالاعتبار الملاحظة العينية الخاصة والدقيقة لتتالي الطبقات في جسم السدة وفي طبقات التأسيس وكذلك لتيارات التسرب المؤثرة خلال الطبقات في السدة وفي طبقات التأسيس، وإذا لم يتم تحديد ما سبق من خلال تصور دقيق، يجب بشكل خاص إنشاء آبار مراقبة (آبار توجيهية) في أجزاء السدة الحرجة وفي حالة الفيضان يجب تكرار القياس فيها عدة مرات.

لأجل اختبارات طبقات التأسيس تصلح نفس القواعد والأسس المتخذة في حالة البناء الجديد للسدات، ويجب استخدام نفس طرق الاختبار أيضاً لجسم السدة بشكل منطقي، كما يجب ردم آبار السبور والحفر (قدر الإمكان في الجهة الخارجية) بشكل جيد.

الجدول 4.7: درجات الخطر (حسب MÜLLER-KIRCHENBAUER et al.1993)

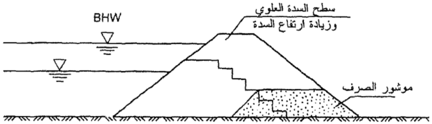
درجة الجودة	الوصف
1	تنقل أقماع الينابيع الموجودة مواد بشكل مستمر طيلة الفيضان، وتقع أقماع الينابيع داخل المسافة L_R. ويصل الحت التراجعي إلى الماء العلوي (أمام السدة) عندما يدوم الفيضان لفترة طويلة، لذا توجد حاجة ماسة لتغطية أقماع الينابيع بمادة فلتر ثابتة مستمرة.
2	في البداية لا توجد أقماع ينابيع، ويمكن أن يظهر الحت التراجعي لكن بشكل سريع كما في درجة الخطر 1. حينما يظهر قمع واحد ولا تتطور هذه الحالة بسبب كون طبقة التغطية للوجه الخلفي سليمة أو كاملة، وتستوجب هذه الحالة مراقبة عاجلة.
3	توجد أقماع ينابيع تلفظ في البداية تربة وبعد ذلك ماءاً صافيا فقط، ويجب في هذه الحالة التمييز بين حالتين: - يتوقف خروج المواد الصلبة دون أن ينخفض الميل الهيدروليكي للجريان (مثلاً خلال ثبات الفيضان). - يتوقف خروج المواد الصلبة مع تناقص الميل الهيدروليكي للجريان (مثلاً بسبب تراجع الفيضان). في كلتـــي الحالتين يجب التمييز: هل تقع أقماع الينابيع في جهة الماء أم في الجهة الخارجية من B' أو B. في الحالة الأولى تكون الحالة حرجة وفي الحالة الثانية تكون الحالة غير حرجة، ولكن حسب الحالة يمكن أن تنشأ على الأقل الحاجة إلى معالجة جزئية .
4	عندما تراقب أقماع الينابيع التـــي تلفظ الرمل والواقعة في مجال المسافة المرجعية L_R، والرمل الملفوظ يعود بشكل أساسي إلى عدسات الحت التراجعي البدائية ولا يوجد تطور راجع لقناة الحت (تشكل أنابيب حت)، لا تكون هذه الحالة حرجة ولكن يجب أن تراقب باستمرار.
5	أقماع الينابيع ضمن المسافة المرجعية L_R تلفظ الماء فقط، تكون هذه الحالة غير حرجة ولا تحتاج إلى تدابير أخرى.

زيادة الارتفاع والتقوية

عندما نحتاج السدة لاستيعاب موجة فيضانية أكبر فانه يجب زيادة ارتفاعها، كما ويجب أن تتم حالات الرفع هذه أيضاً عندما تتم المحافظة على ارتفاع واحد للسدة في المنخفضات الجبلية. وفي العادة تتم المحافظة على السفح الأمامي (من جهة الماء) بزيادة طولها في اتجاه الميل، وفي السفح الخلفي يتم إنشاء جسم أساسي كبير مع سفح وفلتر قدمي (موشور صرف) (الشكل 7-30)، ويتداخل جسم التربة الجديد مع الجسم القديم عبر التدرجات،

وتصبح السدة أكثر ارتفاعاً والقاعدة تزداد عرضاً، أما موشور الصرف (القدمي) الموجود إما أن يستكمل أو يبقى منفصلا عن موشور الصرف الجديد.

عندما يكون عرض قاعدة السدة محدودا تكون زيادة الارتفاع ممكنة فقط مع ميول حادة للسفوح الشكل (7-31)، ولكن هذا الميل يجب - بالرجوع إلى صيانة السدة - ألا يكون أكبر من 1:3. ووفي حالة إنشاء السفح الأمامي (لجهة الماء) الجديد، من الضروري استخدام تربة ذات نفاذية أقل من تلك الموجودة في نواة السدة.

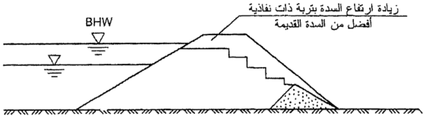


الشكل 30.7: رفع السدة مع تقوية من الجهة الخارجية للجسم الأساسي وكذلك موشور الصرف

الشكل 31.7: رفع السدة لسفح ذو ميل كبير من جهة الماء

في حالة السفح الخلفي ذي الميل الكبير يجب أن تملك التربة المقامة هناك نفاذية مرتفعة مقارنة مع نواة السدة لكي لا يحصل في مقطع السدة مستوى تخزين ومنسوب ماء متسرب عال غير ضروري، ومن المفيد وضع فلتر على السفح الخلفي (قارن الشكل 7-32).

في كل حالة يجب أن نتحقق من أمان الاستقرار للسفح، ويجب تمتين التربة الموضوعة الجديدة على السفوح القديمة للسدة بواسطة التدابير المناسبة بحيث تبقى ثابتة على القص (على سبيل المثال عبر إنشاء تدرج للسفح) ويمكن أن تؤخذ الخصوصيات الأخرى من (DVWK 1986).



الشكل 32.7: زيادة ارتفاع السدة ذات ميل كبير السفح الخلفي

لم ترص السدات القديمة غالباً بشكل كاف، لذا يجب قبل إدخالها في مقطع سدة مقوى بغية زيادة ارتفاعها تحسينها بواسطة تدابير مناسبة.

13.3.1.7 صيانة السدة

تخضع السدات إلى الشيخوخة الطبيعية والتـــي يمكن أن ترجع إلى أسباب متعددة، وحتـــى في حالة عدم تجاوز الميول الحرجة للحت يمكن أن تتعرض الكتامات ونواة السدة إلى تآكل طويل الأمد، بسبب التأثيرات المناخية والحيوانات الحافرة، والغطاء النباتـــي واستخدام قمة السدة (على سبيل المثال كطريق تنـــزه بالدراجات) وبالتالي فان الصيانة هي مهمة دائمة ويجب ألا تهمل للحفاظ على أمان السدة، فالصيانة الدائمة تمنع تفاقم الأضرار في حالة الفيضان.

ثمة جزء هام في صيانة السدة هو العناية المنتظمة بالغطاء النباتـــي قصير القامة والمزروع على السفوح، من خلال ترك الحيوانات ترعاه أو حصده، وترميم أماكن الضرر وإزالة المواد المحمولة العضوية بعد الفيضان، والحشائش المتبقية والأحراش البرية الضارة.

يجب أن تزال النباتات المعمرة الكبيرة وذلك بسبب كونها توفر الظل وهي منافس غذائي قوي، حيث تخفّض مقاومة الحشائش قصيرة القامة ضد ضربات الماء بشكل كبير وكذلك تضعف جذورها مقطع السدة (وأحياناً نحصل على نتيجة معاكسة، حيث تعتبر جذور الأشجار والأحراش البرية والنباتات المعمرة أخطاراً غير مقدرة بالنسبة لأمان السدة).

ويجب أثناء صيانة السدة الانتباه للأهمية الايكولوجية والأمان، وهكذا على سبيل المثال يؤدي رعي السدة بقطعان ماشية كبيرة على مساحة صغيرة إلى تخفيض التنوع النباتـــي ويمكن أن تخرب الغطاء النباتي، ويمكن أيضاً أن يؤدي دعم حماية الطبيعة والبيئة إلى زيادة

كمية الخشب الميت في المياه ويصبح ترحيلها غير جائز لأسباب عامة تتعلق بحماية نوعية تخصصية للطبيعة، وباعتبار أن أمان السدة يملك الأولوية دوماً يجب إيجاد حل توفيقي بين الحل الممثل لتقنية الأمان وذلك المتعلق بالقيم المرغوب بها إيكولوجياً انظر الفصل الثامن.

بالإضافة إلى ذلك تعطى أهمية لعملية المراقبة والتسوية المنتظمة للتلال التـــي تقوم الخلود بتشكيلها وكذلك ردم أوكار الثعالب والأرانب والحيوانات الأخرى، وتستكمل هذه الإجراءات عبر تدابير مكافحة وتنظيم دائم هادف، وتوجد إرشادات إلى فعاليات القنادس والجرذان وقنادس المستنقعات في (DVWK 1997b)، وتوجد هناك شروحات عن عادات وحياة هذه الحيوانات والتدابير لمنع عملها التخريبـــي الضار للسدة وأخيراً يجب المحافظة على الطرق والممرات والتدرجات والأرصفة ومداخل الحيوانات وتقاطعات الخطوط في السدة بشكل صحيح.

وفي إطار الصيانة يجب المراقبة المنتظمة للسدات (تفحص السدة) وذلك على الأقل مرة في السنة بعد مرور فترة الفيضان، وبذلك يجب رفع الأضرار الحاصلة بدون تأخير، وعلاوة على ذلك يجب فحص ارتفاع قمة السدة بانتظام وكذلك تحسينها بعد ذلك.

والأساس في تفحص السدة هي الكتب والتقارير التـــي وضعت في موضوع السدات التـــي أنجزت من خلال أعمال الصيانة والإنشاء المختلفة وتحتوي على البيانات الرئيسية للسدات (قارن DVWK, 1986).

14.3.1.7 نشوء أضرار السدة

تقع السدة في حالة الفيضان تحت التأثير المتزامن لحمولات الماء وقوى الجريان من الماء المتسرب خلال وتحت السدة، ويمكن للسدة السليمة أن تقاوم هذه التأثيرات من خلال متانة جسم السدة على القص وإنقاص الرشح بالتكتيم الموجود على السفح الأمامي، ويتم استقبال الماء المتسرب خلال السدة وذلك المتسرب تحتها من خلال موشور الصرف بدون حت وبدون انزلاقات محلية.

يمكن أن يتم فقدان الأمان للسدة بسبب شيخوختها وإهمالها والصيانة السيئة وتأثيرات الماء المتسرب على المواد الإنشائية وكذلك من خلال غمر الفيضان لأجزاء غير محمية من

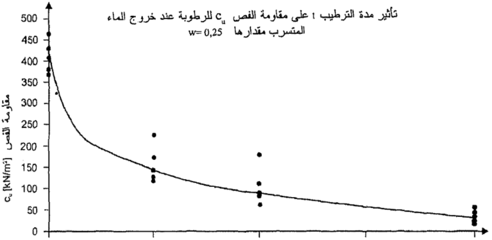
السدة، وتوجه تدابير حمايتها بالمحافظة الدائمة على أمانها القياسي ومعالجة الأضرار منذ بدايتها بالتدابير الملائمة قبل أن تقود هذه الأضرار إلى الفقدان الكامل لوظيفتها في الحماية.

الأضرار على سفوح السدات

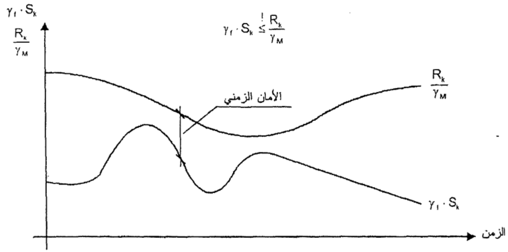
تنشأ الأضرار على الجانب المائي من خلال الماء الجاري وتأثير الأمواج والمواد المحمولة بالماء وكذلك الجليد، وطالما يتواجد عند السفح الخلفي فلتر فعّال فنادراً ما يظهر البلل (ترطيب للسفح) وعندما لا تتواجد هناك فلاتر يكون الجانب مهدداً بالانزلاق في حالة التبلل.

تكون علاقات ميكانيك التربة المرتبطة بهذا الخصوص معقدة وترتبط بتأثيرات عديدة. وهي تؤدي أيضاً في سدة سليمة إلى انخفاض الأمان في حالة فيضان طويل الأمد (RICHWIEN,1996)، وعند تبلل الترب يحصل تأثير من قوى الجريان من جهة ومن جهة أخرى تخسر الترب وبشكل درامي متانتها، نوضح في الشكل (7-33) مثالاً شائعاً للسيليت الرملي النموذجي كتربة سدة.

بينما تتزايد التأثيرات S_k. γ_f في الفيضان تتناقص المقاومات R_k/γ_M بسبب فاقد المتانة حسب الشكل (7-34).



الشكل 33.7: انخفاض متانة سيليت طينـــي - رملي أثناء التبلل (DEHARDE,1999)



الشكل 34.7: التطور الزمنـــي لتأثيرات S_K والمقاومات R_K خلال تبلل ترب السدة (γ_M وγ_f هي معاملات أمان جزئية).

يتناقص الأمان الأولي (التباعد العمودي لـــ $\gamma_f .S_k$ وR_k/γ_M) مع استمرار الفيضان ويمكن أن يتم فقدان هذا الأمان بشكل كامل خصوصاً أثناء التعاقب السريع لحوادث الفيضان، وعندما تظهر أقماع ينابيع في الجهة الخارجية قبل بدء السفح الخلفي يجب أن نتفحص هل خطر الحت التراجعي يتطلب تدابير عاجلة.

الجريان فوق السدة

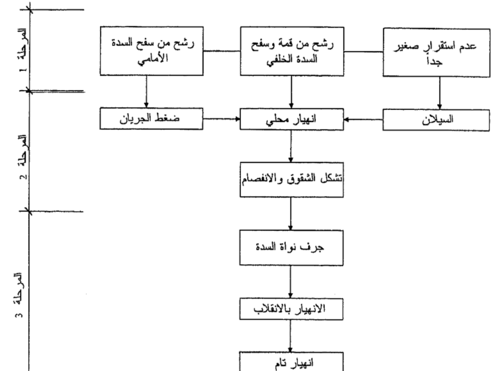
ينتج الخطر الأكبر لانهيار السدة عندما يتم غمر أجزاء منها وخاصة عندما لا تكون مجهزة لذلك، فخلال دقائق معدودة تظهر الانزلاقات في السفح الخلفي للسدة وبعدها تنهار قمة السدة، ويحدث خطر الانهيار بشكل أقل بسبب الحت للسفح الخلفي مما هو عليه بفعل تأثير قوى الجريان المترافقة مع فقدان المتانة بموجب الشكل (7-33) أثناء رشح الماء في السفح الخلفي (RICHWIEN and WEISSMAN, 1999). يجب أن يواجه خطر الغمر من خلال زيادة ارتفاع السدة في الوقت المناسب بأكياس الرمل في الأجزاء المهددة، وإذا دعت الحاجة يكون من الضروري التهاون بمسألة الكلفة لإنشاء سدات أخرى لها وظائف حماية من مرتبة أعلى للتخفيف من الأخطار المحدقة.

عندما يخشى من حركة السفح الخلفي يمكن كمحاولة أخيرة تدعيم قدم السفح من

خلال ردميات أمام هذا السفح، إذا سمح الأساس بذلك. ويجب في كل الأحوال تجنب تحميل أجزاء السفح المبللة أو المنـــزلقة. وباتخاذ هذه التدابير يكون ضرورياً الاستمرار بالمراقبة للسفح حتـــى تنسحب مجموعة الإنقاذ أي عندما تثبت إجراءات الحماية والدفاع عدم جدواها.

تقييم أشكال الضرر الممكنة

إن أشكال الضرر المذكورة سابقا تظهر بشكل عام في نفس الوقت بأشكال متعددة وتتأثر ببعضها، وبناء على ذلك يجب تقييم جميع تدابير حماية السدة لمعرفة هل تستطيع التدابير السابقة منع أضرار معينة من الانهيارات لسدة تم وضع مسارها حسب الشكل (35-7)، ويمكّن هذا المسار من إيجاد الإجراء المناسب للدفاع عن السدة بشكل معلل.



الشكل 35.7: مسار تشكل الأضرار في السدة بسبب الرشح والجريان فوق القمة (غمر القمة)

لقد تم توصيف نشوء الانزلاقات الأولى للسفح الخلفي في الشكل (7-35) كفشل عام، وتبدأ هذه على الأكثر عند قدم السفح ويمكن غالباً أن تراقب هناك كانتفاخات للسفح وينشأ بالنتيجة تشكل أنواع من الشقوق والانفصالات على طول قمة السدة، ويكون التتابع إلى هذه المرحلة محدداً، هذا يعنـي أنه يمكن أن نربط السبب والتأثير بعضهما ببعض، ويكون مسار الضرر الآخر بحكم المصادفة وينتهي بانهيار كامل للسدة (الفشل الكامل).

4.1.7 جدران الحماية من الفيضان

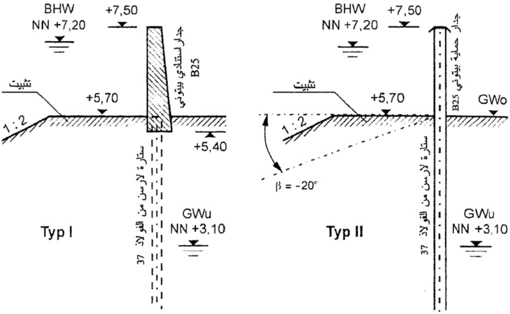
لا تستطيع السدات حماية المدن ومنشآت المرافئ والمناطق الصناعية الواقعة مباشرة على الأنهار عندما لا يتوفر المكان اللازم لهذه السدات. في هذه الحالات تقام جدران الحماية من الفيضان (HSW) لحماية المناطق التـي كانت معرضة للفيضان حتـى منسوب الفيضان التصميمي، وتكون جدران الحماية من الفيضان هذه بشكل عام منشآت خالصة من البيتون المسلح. في الأمكنة التـي تكون فيها المدة الزمنية للإنذارات المبكرة كافية وجدران الحماية من الفيضان ليست مرغوبة، يمكن استخدام المنشآت المتحركة (الجاهزة) (انظر الفقرة 7-1-5).

بالتوافق مع هدف الحماية من فيضان تصميمي، يمكن استخدام جدران حماية من الفيضان على قمم سدات الحماية في حالة عدم التمكن من زيادة ارتفاع هذه السدات بطرق أخرى. وفي كل حالة يجب أن تنقل جدران الحماية حمولات ضغط الماء المطبقة عليها بشكل جيد إلى طبقات التأسيس وتكوّن مع الأساس كتلة واحدة كتيمة.

1.4.1.7 الأشكال الإنشائية

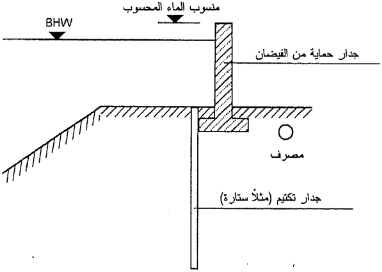
تشكل الستائر أبسط الأشكال الإنشائية لجدران الحماية من الفيضان والتـي تحزم عند رأسها بحزام، الشكل (7-36).

يكفي هذا الشكل البسيط بشكل عام للمتطلبات التقنية في المرافئ والمناطق الصناعية، ويمكن أن تغلف بالغلاف المناسب حسب المتطلبات التصميمية. تستطيع الجدران ثقيلة الوزن مقاومة ضغط الماء أيضاً بدون مشاكل، ولكن بعد ذلك يجب التأمين ضد الجريان الجانبـي بواسطة جدار حماية إضافي (ستارة) كما في الشكل (7-37).



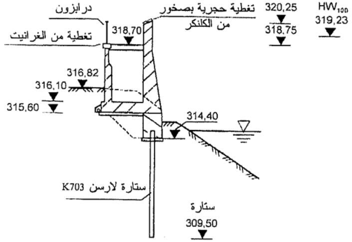
الشكل 36.7: الجدران البسيطة للحماية من الفيضان – مرفأ هامبورغ (حسب KRUPPE, 1996)

ويجب أن نضع الجدار الكتيم (الستارة) دوماً من جهة الماء كما يجب أن ينتهي إلى طبقة كتيمة غير حاملة للماء (انظر الفقرة 5-4-1) أو عميقاً بحيث أن كمية الماء المتسربة من السفح الخلفي يمكن أن تلتقط في مصرف.



الشكل 37.7: جدار كتلي للحماية من الفيضان مع ستارة أسفل أساس الجدار

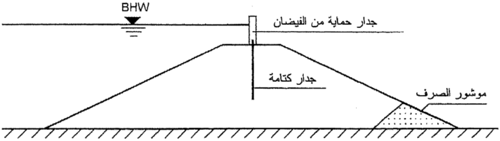
يوضح الشكل (7-38) وجود جدار الحماية من الفيضان مع ممر مشاة، في هذه الحالة يجب أن يتلاءم جسر المشاة مع جدار الحماية من الفيضان ضمن ظروف المكان الضيقة. ومن ظهر الممر يمكن إلقاء نظرة إلى المجرى المائي.



الشكل 38.7: الأشكال التصميمية الممكنة لجدران الحماية من الفيضان

(حسب DVWK-LV Bayern, 1998)

يبين الشكل (7-39) ربط جدار للحماية من الفيضان مع سدة ما والتـــي لا يمكن زيادة ارتفاعها لأسباب محددة. من المفيد هنا بشكل خاص ربط جدار الحماية من الفيضان بوساطة جدار كتامة (ستارة) مع جسم السدة.



الشكل 39.7: جدار الحماية من الفيضان فوق سدة ما

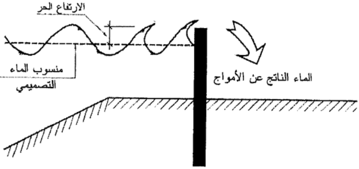
2.4.1.7 ارتفاع الحماية اللازم

يحدد الارتفاع اللازم لجدار الحماية من الفيضان من منسوب الفيضان التصميمي إضافة

إلى الارتفاع الحر، وتتأثر قيمة الارتفاع الحر بالعوامل الآتية (الشكل 7-40):

- ارتفاع الأمواج قبل الجدار،
- انقلاب الأمواج قبل الجدار، حسب مبدأ الحماية المحلي أو المعمول به،
- ارتفاع التخزين المحلي الناتج عن الرياح.

ويمكن أخذ قيم توجيهية للارتفاعات الحرة للجدران (مثلاً 0.50m) وللسدات (مثلاً 1.0m). من ذلك تنتج ارتفاعات ضرورية لازمة مختلفة لأجزاء متعددة من جدار حماية ما من الفيضان.

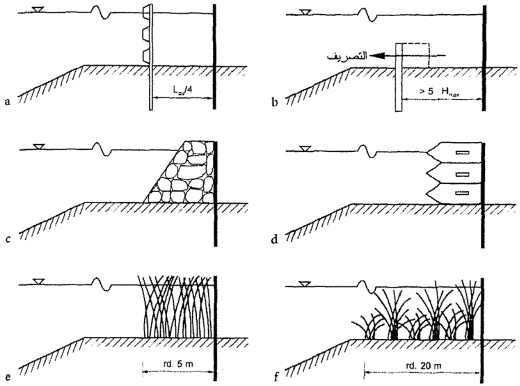


الشكل 40.7: عوامل تحديد الارتفاعات اللازمة

ارتفاع الأمواج قبل الجدار

إن ارتفاع الأمواج قبل الجدار هو ناتج التأثير المشترك العشوائي ثلاثي الأبعاد للريح والأبعاد الهندسية للضفة الأمامية ورد الفعل الديناميكي لمنظومة جدار الحماية من الفيضان وطبقات التأسيس على حمولات الأمواج وهنا تظهر تبدلات كبيرة لمناسيب المياه.

وطالما لا توجد بيانات دقيقة من النماذج الهيدروديناميكية، لذلك تتمايز غالباً إلى الآن ارتفاعات أمواج أكبر أو أقل من 0.4 m لغايات عملية، ويمكن أن يخفض ارتفاع الأمواج عند المواقع الحرجة عبر تدابير إنشائية بفعالية تامة (TAUTENHAIN and SCHMIDT-KOPPENHAGEN, 1996)، ويبين الشكل (7-41) على سبيل المثال بعض هذه التدابير.



الشكل 41.7: التدابير الإنشائية لخفض ارتفاع الأمواج قبل الجدار

(TAUTENHAIN and) SCHMIDT-KOPPENHAGEN, 1996

a) جدار حاو على فتحات b) عتبة مغمورة c) حجارة بناء مائية d) حجارة بتشكيل بيتوني

e) حزم من نبات الحلفاء f) أشجار وشجيرات

انقلاب الأمواج

يجب أن يبقى انقلاب الأمواج محدوداً بحيث يبقى هدف الحماية مضموناً من جهة ومن جهة أخرى لا يتضرر استقرار هذه الجدران، وبشكل أساسي تصلح الخصائص الآتية:

- مع تزايد الارتفاع الحر ينخفض انقلاب الأمواج بشدة،
- تأثير الرياح يكون أعظمياً،
- يتضرر استقرار الجدران عندما يتجاوز انقلاب الأمواج(sm)/50l وعند ذلك تتآكل طبقة التربة بجانب قاعدة الجدار، ولدى تثبيت الجهة القريبة يمكن بالنظر إلى الاستقرار الإنشائي

أن يزداد الانقلاب المسموح إلى 200l/(s.m).

- لدى انقلاب يساوي 0,50l/(s .m)، يعنـــي ذلك كمية ماء ناتجة من مطر تصميمي قدره 50l/s على شريط بعرض 100m خلف الجدار.

من خلال القيم المستنتجة من الخبرات السابقة لا يمكن استخلاص كميات انقلاب مسموحة التـــي يجب تحديدها لكل حالة على حدة.

عندما يحمي جدار الحماية من الفيضان أرض داخلية منبسطة يحدد الانقلاب بشكل أساسي من خلال حجم الاستثمار للأرض والبناء والمنشآت الواجب حمايتها (بضاعة) وارتفاع الأرض واستطاعة المضخات في منشآت الضخ التـــي تقود ماء الانقلاب. وأعطيت كقيم توجيهية للانقلاب المسموح على سبيل المثال في مرفأ هامبورغ q = 0,50l/(s.m) (SIEFFERT, 1996).

الارتفاع الحر بالعلاقة مع ارتفاع الأمواج وانقلاب الأمواج المسموح

يمكن أن يقدر الارتفاع الحر Fq حسب ارتفاع الأمواج الوسطي $H_{1/3}$ لـــ 33% من الأمواج الأكثر ارتفاعاً وبانقلاب الأمواج المسموح q حسب الشكل (7-42).

تنتج قيمة للارتفاع الحر مساوية لـــ Fq = 0,75m لأجل $H_{1/3}$ < 0,4m والمعيار q = 0,50 l/(s.m) ويمكن أن يقرأ من الشكل كيف تزداد قيمة انقلاب الأمواج عند تجاوز هذه المقاييس أو كيف تؤثر قيمة ارتفاع الأمواج عند كون الارتفاع الحر ثابت.

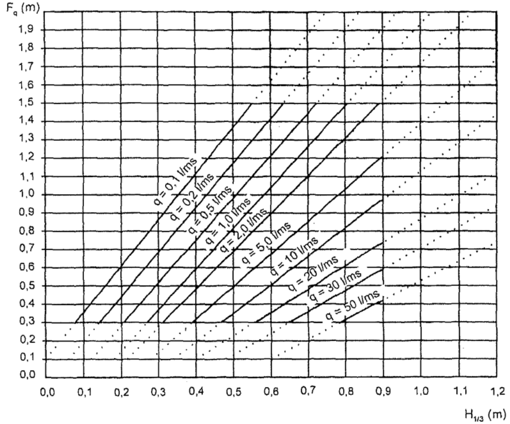
3.4.1.7 تقدير الحمولة

لا تستخدم جدران الحماية من الفيضان إلا نادراً في الحالات الحرجة، حيث تكون حمولة الأمواج في الحالة المثالية ثلاثية الأبعاد وعشوائية وتتأثر بمتانة منظومة جدار الحماية من الفيضان/طبقات التأسيس. بعد ذلك تحسب الجدران بحمولة تعويضية إحصائية، وتقاس هذه بالنظر إلى أمان الاستقرار الخارجي، والمحافظة على الإجهادات المسموحة للأجزاء الإنشائية التـــي تكون في حالة جدران الحماية من الفيضان ليست حرجة.

مناسيب الماء المحسوبة وضغط الماء الزائد

يحدد منسوب الماء الخارجي الحاسم في حالة التحميل I من خلال الارتفاع اللازم

للجدار، ويمثل منسوب الماء الداخلي (الجوفي) المسموح منسوب الماء الجوفي التصميمي في جهة اليابسة لسنوات طويلة (الشكل 7-43)، ويمكن أن يحسب مسار ضغط الماء في التربة من شبكة الجريان (قارن الفقرة 5-3-4).



الشكل 42.7: الارتفاع الحر اللازم Fq كتابع لارتفاع الأمواج $H_{1/3}$ وكمية الانقلاب المسموحة q

(MŨHLESTIEN, 1996)

في مناطق المد في حالة جدار الحماية من الفيضان عند سفح ما يمكن أن يكون ضغط الماء الزائد من الجهة الخارجية حالة تحميل حاسمة، أيضا وتحتوي الإرشادات في (1996) EAU ما هو أقرب إلى ذلك.

تغيّر الوزن الفعال عبر الجريان التسربـــي

أثناء الجريان حول الجدار تتركب قوة الجريان في الجهة الخارجية (جهة الماء) من الأعلى

إلى الأسفل وفي الجهة الداخلية(جهة اليابسة) من الأسفل إلى الأعلى مع قوة الوزن التسربـــي حسب العلاقة (5-34) المتناسبة طرداً مع الكمون مباشرة، بينما تتناسب عكساً مع سماكة الطبقة، ويمكن بعد ذلك أن يحسب تغير الوزن $\Delta\gamma'$ في حالة طبقات تأسيس متجانسة بشكل تقريبـــي كما يأتـــي:

$$\text{جهة الماء} \quad \Delta\gamma' = +\frac{0,7 \cdot h_{\text{wü}}}{t+\sqrt{t \cdot t'}} \cdot \gamma w \quad [\text{KN/m}^2] \qquad (5.7)$$

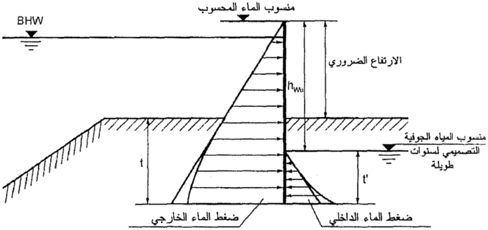
$$\text{جهة اليابسة} \quad \Delta\gamma' = -\frac{0,7 \cdot h_{\text{wü}}}{t+\sqrt{t \cdot t'}} \cdot \gamma w \quad [\text{KN/m}^2]\ (\text{KN/m}^2) \qquad (6.7)$$

$h_{\text{wü}}$ فرق منسوب الماء بين الداخل والخارج [m]

t عمق التأسيس [m]

t' سماكة التربة التـــي خلالها يتم الجريان داخل التربة [m]

γ_W كثافة الماء (Kn/m^3)



الشكل 43.7: مناسيب الماء المحسوبة وضغط الماء الزائد

في الأساس المكون من عدة طبقات يتم فقدان الكمون بشكل أساسي في الطبقات ذات النفاذية القليلة، وذلك بشكل متناسب طرداً مع سماكة الطبقة d_i وبتناسب عكسي مع النفاذية k_i، وبذلك يتغير بشكل عملي فقط الوزن $\Delta\gamma_i$ للطبقات المتماسكة وتكون قيمة التغيّر حسب المعادلة:

$$(7.7) \qquad |\Delta\gamma'| = \Delta h \cdot \lambda_W \cdot \frac{d_i}{k_i} \cdot \frac{1}{\sum \frac{d_i}{k_i}} \qquad [kN/m^2]$$

وتصلح الإشارة الموجبة $\Delta\gamma_i$ للجريانات من الأعلى إلى الأسفل و$\Delta\gamma_i$- للجريانات من الأسفل إلى الأعلى، ويجب الأخذ بالاعتبار أن تأثير $\Delta\gamma_i$ على الجهة الداخلية للتربة عندما تكون الطبقة الأقل نفاذية قريبة من السطح.

وهنا يمكن أن يكون الوزن $\Delta\gamma' = (kN/m^2)$ حسب العلاقة (7-5) مساوياً للوزن γ_i لهذه الطبقة بحيث أنه يجب تعويض مقاومة التربة لهذه الطبقة فقط بتلك الناتجة من التلاصق.

المتطلبات الخاصة

بغض النظر عن الحمولات الناتجة من الاستخدام المعتاد يجب أخذ الحمولات الناتجة عن الصدم الناجم من المواد المحمولة مع التيار بالاعتبار على الأقل بشدة مقدارها $30\ KN/m^2$، وفي المناطق المتضررة تؤخذ بقيمة أكبر من ذلك، إن توزيع الحمولات عبر التدابير الإنشائية المناسبة مسموحاً عندما لا تتضرر صلاحية الجدار الوظيفية من ذلك.

4.4.1.7 القواعد التصميمية

إن وظيفة جدران الحماية من الفيضان كمنشآت تخزين تستوجب أن تفي بمتطلبات استاتيكية (توازن) ووظيفية، وأساساً تكون نسبة الخطر أثناء تنفيذها مرتفعة نسبياً (على سبيل المثال أثناء دك جدار حاجز أو ستارة) ويمكن أن تؤدي مواقع خلل صغيرة إلى فشل الجدار كله، وكذلك تكون اختبارات الملاءمة للحالة التصميمية للفيضان غير ممكنة. وإلى جانب متطلبات التوازن الستاتيكي يجب مراعاة الأسس التصميمية الإنشائية الآتية:

طول خط التسرب

إلى جانب المستلزمات الستاتيكية تؤخذ بالاعتبار الأسس الآتية:

– يجب أن يؤخذ طول خط التسرب في حالة طبقات التأسيس المتجانسة وفي الحالة التي ينتج فيها تشكل شق فاصل بين الجدار والتربة نتيجة لتقوس الجدار بحيث لا يتجاوز أربعة أمثال فرق الارتفاع بين منسوب الماء الحسابي والقمة العلوية لسطح التربة الخارجي

(الجهة الخلفية).

- يجب ألا يقل طول خط التسرب في حالة التربة المكونة من عدة طبقات والتـــي فيها فرق نفاذية 102 على الأقل عن ثلاثة أضعاف الفرق بين منسوب ماء الفيضان التصميمي والقمة العلوية لسطح التربة في الجهة الداخلية.

ويسمح بإدخال الأطوال الأفقية بالحساب فقط عندما يتم إغلاق الفجوات أو الفراغات.

تأمين السطوح على السفح الخلفي (الجانب الخارجي)

لتجنب تكون الحفر بفعل انقلاب الأمواج عن الجدار واصطدامها بسطح التربة في السفح الخلفي يجب تثبيت سطح التربة بعرض يساوي على الأقل ارتفاع الجدار.

الطريق الدفاعي (طريق الحماية)

ينصح بإنشاء طريق دفاعي (حماية) من الجهة الخارجية بحيث يمكن المرور عليه ومعبد (بعرض على الأقل 2.5 m تقريباً) ويمكن أن يكون هذا الطريق الدفاعي بنفس الوقت التثبيت الجزئي لسطح الانحدار.

فلتر تصريف

يجب أن نضع على السفح الخلفي ومباشرة عند جدار الحماية من الفيضان فلتر للتصريف بعرض 0.5m تقريباً بحيث لا يعد ممكناً نشوء أي ضغط ما قاعدي تحت السطح المثبت، في الجدران حسب الشكل (TYP II -36-7) يكفي ردم حفر الجدران الحاجزة على السفح الخلفي بمواد الفلتر المناسبة.

كتامة جدار الحماية من الفيضان

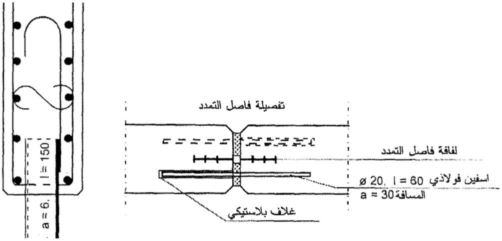
يجب أن ينفذ الجدار خارج منطقة الاتصال في التربة بحيث يصبح كتيماً للماء، وبالنسبة لجدران منع الرشح يجب أن يتم تكتيم الوصلة الواقعة بينها وبين جدران الحماية، وتوجد إرشادات تخص هذا الموضوع على سبيل المثال في النصائح E117 لـــ EAU 1996. في الجدران المصمتة يجب أن يتم تكتيم مناطق ربط أجزاء المنشأ (الشكل 7-44).

جدران الحماية من الفيضان في السفوح (المنحدرات)

في جدران الحماية من الفيضان المنفذة في السفوح، تكون مناسيب الماء المتدنية في الخارج

حاسمة في حالة ضغط الماء المرتفع المتزامن في تربة المنطقة الخارجية، وهذه الحالة يمكن أن تصادف عندما ينشأ الجدار مباشرة عند حافة المنحدر أو السفح وفي هذه الحالة يكون التحقق من انهيار التربة حاسماً، وفي نفس الوقت يجب أن نبرهن على أمان الاستقرار لموشور التربة قبل الجدار (أمان الانزلاق).

ومن الناحية التصميمية يجب تأمين السفح الخلفي في هذه الحالات من خلال وضع كتل من الحزم أو منشآت تغطية ضد تشكل الحفر، وأيضاً يجب إجراء مراقبة منتظمة للمنحدر.



الشكل 44.7: منطقة الوصل لجدار الحماية من الفيضان TYP I حسب الشكل (7-23) وتفصيلة منطقة الفاصل (KRUPPE, 1996).

تصريف المياه في منطقة جدران الحماية من الفيضان

يمكن أن تكون أنابيب تصريف المياه في منطقة جدران الحماية من الفيضان نقاط ضعف في منظومة الحماية، ويمكن أن يكون السبب على سبيل المثال هو انعدام الكتامة حول هذه الأنابيب والتـــي تؤدي إلى حت التربة وجرفها وتكوّن الحفر.

وفي حالة عدم التمكن من تحاشي وجود الأنابيب التـــي وضعت يجب أن تخطط وتنشأ بحيث يتم تخفيض الخطر الممكن نشوؤه من خلالها. لقد نوقشت مقترحات الحل بالتفصيل في النصائح E165 لـــ EAU 1996، وعادة تكتسب مراقبة الجدار في مجال الأنابيب أهمية خاصة.

5.1.7 المنشآت المتحركة - الجاهزة للحماية من الفيضان

هي منشآت الحماية من الفيضان التـــي تنشأ بداية أثناء حادثة فيضان وتكمّل عمل السدات وجدران الحماية في المناطق التـــي لا يمكن فيها إقامة منشآت حماية دائمة أو غير المرغوب بها هناك (SCHMITT, 1995).

ويتم التمييز بين منشآت الحماية من الفيضان المتحركة والجاهزة القابلة للتركيب، وتتواجد منشآت الحماية المتحركة بشكل دائم في الموقع وتوضع في أوقات انعدام الفيضان في أماكن خالية، بينما تنقل منشآت الحماية القابلة للتركيب (الجاهزة) من المخازن إلى أماكن الاستخدام عند تجاوز الفيضان لعتبات الإنذار وتركب هناك، وبعد انحسار موجة الفيضان تفكك وتنقل ثانية إلى المخزن (انظر أيضاً الفقرة 7-2-2-8).

ويمكن أن يعود سبب اختيار منشآت الحماية من الفيضان المتحركة والجاهزة القابلة للتركيب (جدران وبوابات الحماية من الفيضان) عن غيرها من الوسائل على سبيل المثال إلى الظروف الآتية:

- ضرورة المحافظة على شكل ومنظر المدينة،
- وجوب عدم حجب الإطلالة باتجاه المجرى المائي،
- عدم إعاقة الجدران الثابتة للحماية من الفيضان لتحويل الحركة داخل المدينة.

يوجد في السوق عدد كبير من الأنظمة والتـــي تتمايز من حيث المواد المستخدمة وتصميم الدعامات والكتامة ضد المياه الراكدة (المخزنة) (انظر الفصل السادس)، وبالإضافة إلى ذلك تنشأ فروق في سير العمل في أثناء التركيب والفك ويستخدم غالباً الفولاذ والألمنيوم للدعامات وألواح الألمنيوم والخشب لمناطق الجدران بين الدعامات، ويكون العمل الآمن والمبسط في جميع الأنظمة هو شرط الاستخدام أثناء الفيضان.

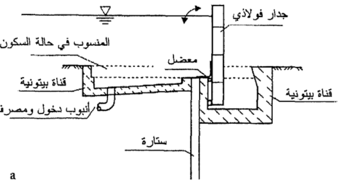
1.5.1.7 جدران وبوابات

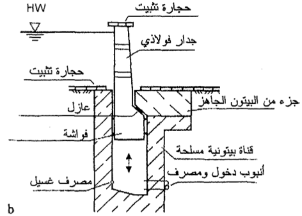
يفضل استخدام الأنظمة المتحركة للحماية من الفيضان في إغلاق الأبواب والمعابر والمنافذ على المجاري المائية، وتوجد عادة في الخلوات والفجوات وتوضع في الاستخدام بداية في حالة الفيضان بواسطة إخراجها أو قلبها أو تحريكها.

تنصب بعض الأنظمة بمساعدة قوى الرفع آلياً حسب الحاجة، والبعض الآخر يتطلب

الاستخدام اليدوي الكامل للمعنيين بتفعيل هذه الأنظمة، و يجب أن تربط تقريباً جميع منشآت الحماية المشغلة يدوياً بعد النصب بواسطة براغي وعناصر تثبيت، غير أنه اعتباراً من حجم معين لهذه المنشآت لا يمكن الاستغناء عن الرفع الهيدروليكي (على سبيل المثال في حالة البوابات الكبيرة والثقيلة والسدادات).

في الشكل (7-45) تم توضيح جدار حماية من الفيضان قابل للانقلاب وآخر قابل للحركة العمودية. يسمح جدار الحماية القابل للانقلاب بالحركة أفقياً فوقه في وضع الراحة بالحركة (الشكل 7-45 a) وتقاد المياه المحتمل تسربها في قناة بيتونية عبر أنبوب، ومع تزايد مناسيب الماء تمتلئ القناة البيتونية عبر الأنبوب. ثم يتم رفع الجدار المتحرك بواسطة قوى الرفع اللازمة.





الشكل 45.7: أمثلة لجدران الحماية من الفيضان المتحركة والمثبتة في المكان.

a) جدار قابل للانقلاب b) جدار قابل للحركة العمودية

وبشكل مشابه تعمل جدران الحماية من الفيضان القابلة للحركة عمودياً (الشكل 45-7 b)، حيث تملأ القناة البيتونية بالماء عبر أنبوب، و يرتبط الجسم العائم المتواجد هناك مع جدار الحماية من الفيضان بحيث أنه يرفعه نحو الخارج (الأعلى) مع تزايد منسوب الماء. ولتنظيف القناة البيتونية يوجد أنبوب شطف مع أنبوب تصريف. في الواقع العملي تستخدم أيضاً بوابات الحماية من الفيضان والتـــي تنقل بشكل جانبـــي من الفجوات على عجلات (انظر MACIEJEWSKI, 1998; ASCE, 1997).

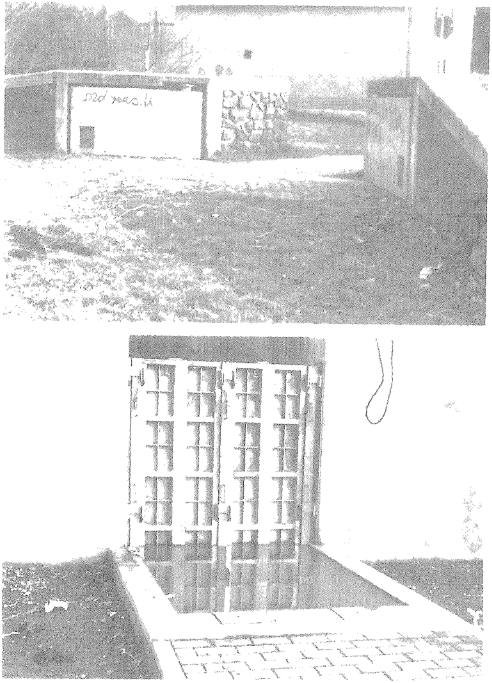
يوضح الشكل (7-46) جداراً متحركاً للحماية من الفيضان (بوابة حماية من الفيضان) لإغلاق فتحة كبيرة في فجوة جانبية وبوابة قابلة للانقلاب للأعلى في وضع راحة أفقية وفي حالة فعّالة.

يحدد حجم المنشآت المتحركة بواسطة وزن واستقرار الهيكل باعتبار أن الحاجة لآلية الفتح والإغلاق تزداد في حالة الأجزاء الإنشائية الكبيرة بشكل متناسب طرداً، لقد شيدت بوابات الحماية من الفيضان الكبيرة والمشغلة هيدروليكياً في حالات منفصلة (على سبيل المثال في Kőln).

2.5.1.7 الجدران الجاهزة للحماية من الفيضان (القابلة للتركيب)

تتكون الجدران الجاهزة للحماية من الفيضان من دعامات عمودية وهياكل إنشائية داعمة ومثبتات لهذه الدعامات وعناصر جداريه تتواجد بينها، وتكون الدعامات الوسيطة ضرورية في حالة الجدران الطويلة (الشكل 7-47).

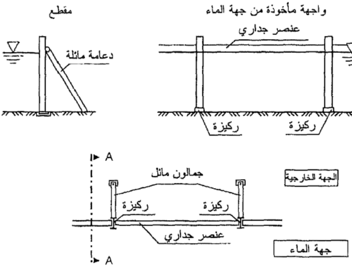
توضع الدعامات العمودية في نقاط تثبيت مجهزه ومحددة في الأرضية أو القاعدة، ولكن يمكن أيضاً عندما لا توجد أية مساند أو طبقات للتأسيس مستقرة بشكل كافي أن توضع مباشرة بشكل مزدوج أو تربط بالبراغي على هذه القاعدة مباشرة (على سبيل المثال على غطاء إسفلتـــي لطريق ما) ويثبت كامل هيكل الجدار الإنشائي من الجهة الخارجية بواسطة دعامات واقفة بشكل مائل، وتوضع بين الدعامات العمودية عناصر جداريه مزودة بكتامات مطاطية تكون على الغالب ألواح من الألومنيوم أو الخشب أو عوارض سدية من الألومنيوم.



a

b

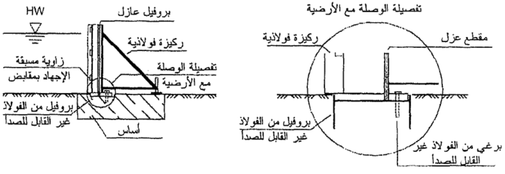
الشكل 46.7: أمثلة عن منشآت متحركة للحماية من الفيضان (بوابات الحماية من الفيضان).
a) بوابات الحماية من الفيضان القابلة للتحرك جانباً في فجوة (حجرة). b) بوابات فيضان قابلة للانقلاب للأعلى، وفي حالة الراحة كصفيحة يمكن الحركة فوقها



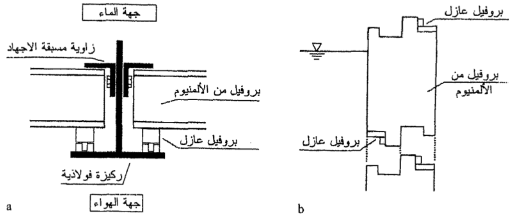
الشكل 47.7: مثال لجدار جاهز للحماية من الفيضان

إن الأساس البيتونـــي المصنوع (بشكل خاص) لتثبيت الجدران الجاهزة والمزودة بمقطع مصنع من الفولاذ الصافي يسّط إنشاء كامل الهيكل الجداري كما ويحسن استقراره وكتامته (الشكل 7-48).

ويتم التوصل إلى كتامة الفواصل الأفقية والعمودية من خلال مقاطع عازلة من المطاط القاسي أو من مواد اسفنجية قاسية، وتضغط مقاطع الكتامة بواسطة تجهيزات الضغط أو بواسطة الوزن الذاتـــي لعناصر الجدار وضغط الماء على سطوح الكتامة (الشكل 7-49).



الشكل 48.7: أساس بيتونـــي لتثبيت جدران جاهزة للحماية من الفيضان



الشكل 49.7: تكتيم جدار جاهز للحماية من الفيضان

a) تكتيم عمودي (دعامات). b) كتامة في الفاصل الأفقي

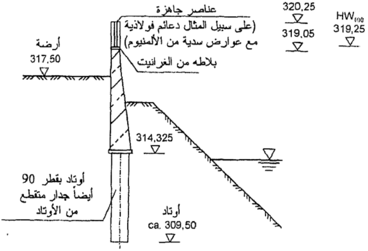
وللتكتيم من جهة طبقات التأسيس أو من جهة الأسفل توجد عوازل من المواد الإسفنجية بسماكة حتى 150 mm والتي تؤمن كتامة كافية من خلال ضغطها إلى بعض بقطع رصف حجري.

وفي حالة التغيرات الكبيرة في سطح التربة وعدم الانتظام الحاد لطبقات التأسيس (على سبيل المثال السكك الحديدية درج المصاعد وغيرها) توجد هياكل إنشائية خاصة مناسبة. ويمكن أن يزاد ارتفاع الجدران الثابتة في المكان للحماية من الفيضان بوضع جدران الحماية الجاهزة فوقها (الشكل 7-50) ويتعلق التنفيذ الهندسي بالمعطيات المحلية، وتقريباً لكل حالة خاصة محلية توجد هياكل إنشائية خاصة (على سبيل المثال BAYSTMLU, 1998; PASCHE, 1997). ويحتوي الشكل (7-51) على مثال لرسم توضيحي لرفع جدار حماية من الفيضان قليل السماكة عبر جدار حماية جاهز.

3.5.1.7 أنظمة العوارض السدية

غالباً ما يتم فصل منشآت الحماية الثابتة في المكان (سدات الحماية من الفيضان، جدران الحماية من الفيضان) بواسطة بوابات ومعابر أو فجوات لكي نتمكن من تأمين معبر حر إلى المجرى المائي في حالة مناسيب المياه العادية، ويجب أن تؤمن هذه الأجزاء في حالة الفيضان من

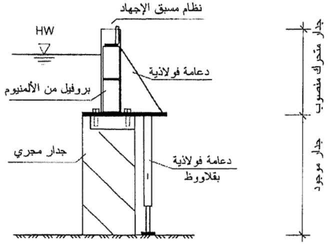
أخطار هذا الفيضان من خلال إغلاقها بإحكام، لهذه الغاية تستخدم إلى جانب الأنظمة المتحركة المشروحة سابقاً بشكل خاص أنظمة العوارض السدية، وتتركز الفروق بين أنظمة العوارض السدية الإفرادية (فتحة واحدة) مع مقاطع العوارض السدية بشكل طبيعي على تكوين الكتامات، وتوفر لذلك المقاطع الكاملة و المقاطع الصندوقية أيضاً ،ولأسباب تخفيض الوزن تصنع هذه المقاطع على الغالب من الألمنيوم.



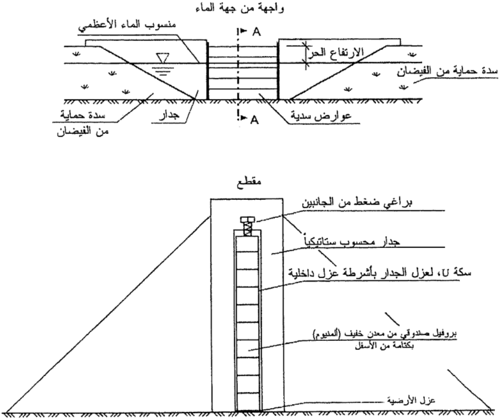
الشكل 50.7: مثال لزيادة ارتفاع جدار ثابت للحماية من الفيضان بواسطة جدار جاهز للحماية من الفيضان (حسب DVWK LV Bayern,1998: MACIEJWSKI; 1998)

ولكي نتمكن من بناء العوارض السدية بسرعة في حالة الفيضان يجب أن تتواجد تجهيزات التثبيت المناسبة في المكان، وتناسب ذلك على سبيل المثال مقاطع بشكل U على حواف الفتحات التـــي يمكن أن توضع فيها العوارض السدية وتثبت في حالة كون عرض الفتحة كبيراً (الشكل 7-52) وتكون الدعامات الوسطية في العادة ضرورية و يجب أن تتوفر لها أيضا نقاط التثبيت المناسبة.

إن شد البراغي وضغط الماء الناشئ يؤمن الكتامة في الفواصل الأفقية والعمودية، و هذا يناسب أيضا السطوح الفاصلة الجانبية الملساء والتـــي تؤمن كتامة حقيقية في هذه الحالة.



الشكل 51.7: تثبيت جدار حماية جاهز على جدار حماية من الفيضان قليل السماكة



الشكل 52.7: مثال لإغلاق إحدى فتحات السدة عبر عناصر العوارض السدية

4.5.1.7 سدات أكياس الرمل

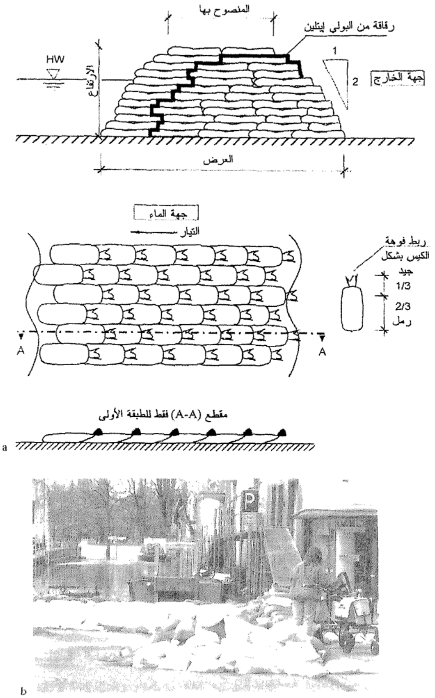
إن نظام السدة الجاهزة الكلاسيكي هو السدة من أكياس الرمل. وهذه السدة تتكون من أكياس الرمل المنفردة والمتوضعة في طبقات متعددة فوق بعضها متراكبة جزئياً (الشكل 7-53 a والشكل 7-54) وأثناء إنشاء سدة من أكياس الرمل تملأ الأكياس فقط إلى ثلثيها بالرمل لكي تمكّن من الربط الجيد في القسم العلوي من السدة، وعند ذلك يبلغ وزن كيس الرمل تقريبا 20 kg ويحتوي تقريباً على $0.013\ m^3$ (13 l =). وبذلك يمكن أن نملأ بمتر مكعب واحد من الرمل تقريباً 80 كيساً، ولفرش مساحة من الأرض مقدارها $1m^2$ يلزمنا تقريباً ثمانية أكياس من الرمل وينصح بالأبعاد المعطاة في الجدول (7-5) لتشييد إحدى السدات من أكياس الرمل.

على أساس التجربة من الشكل (7-53) والجدول (7-5) تنتج بيانات مدة العمل وبيانات المواد الموضحة في الجدول (7-6) لإنشاء سدة من أكياس الرمل.

أثناء إنشاء سدة من أكياس الرمل يجب أن تراعى الإرشادات الآتية:

- يجب أن يكون الأساس أملساً وخاليا من الحجارة،
- يجب أن تبلغ المسافة بين السدة والبناء 2-3 m،
- يجب أن تتوضع الطبقة الأدنـــى من جهة الماء موازية للتيار،
- يجب أن تتوضع أكياس الرمل فوق بعضها بشكل متراكب (انظر الشكل 7-53)،
- يجب أن توضع بين أكياس الرمل رقاقة من البوليي إيتلين (بسماكة 0.6 mm).

وميزات السدات من أكياس الرمل هي المواءمة المرنة مع الظروف المحلية المختلفة وكذلك إمكانية بناء حاجز أكياس الرمل في الأمكنة المغمورة سابقاً أيضاً، وأخيراً تكون مفيدة بشكل خاص عندما يتوجب تحسين المواقع الضعيفة في منطقة الحماية أو تأمين حماية إضافية لها (انظر الفقرة 2.4.3.7 تدابير للدفاع عن السدات). ومساوئ استخدام سدات أكياس الرمل هي الحاجة المرتفعة للعمل اليدوي (الإملاء، النقل، الإنشاء، الإزالة، التخزين، الصيانة الإنشاء من جديد انظر الفقرة 7-2-2-8) ويكون هذا مرتبطاً بالحاجة إلى مواد كثيرة وعدد كبير من الأشخاص.



الشكل53.7: تصميم سدة من أكياس الرمل. a) رسم تخطيطي لبناء إحدى السدات بأكياس من الرمل (b (BURGERINITIATIVE, HOCHWASSER,1998 b) سدة من أكياس الرمل أمام الموقع

الجدول 5.7: الأبعاد المنصوح بها لسدة من أكياس الرمل حسب (BURGERINITIATIVE, HOCHWASSER, 1998 b)

الارتفاع H [cm]	العرض B [m]
30	90
60	120
90	150
120	180

الجدول 6.7: بيانات مدة العمل وبيانات المواد لمنشآت السدة من أكياس الرمل، المعطيات لمتر واحد من طول السدة حسب (BURGERINITIATIVE, HOCHWASSER,1998 b)

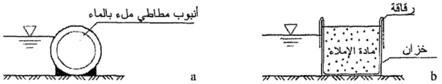
عدد أكياس الرمل [-]	كمية الرمل [m^3]	ارتفاع السدة [m]	الوزن [kg]	زمن الإملاء التقريبي[h]	مدة التكويم التقريبية لشخص واحد [h]	مدة الإنشاء بمساعدة 10 أشخاص [h]
80	1.1	0.5	1.6	0.5	1	
400	5.2	1.75	8.0	2.5	5	
800	10.4	2.50	16.0	5	10	تقريباً 1

5.5.1.7 أنظمة السدات الجاهزة أو الأنظمة البديلة عن أكياس الرمل

يستغرق التعامل مع السدات من أكياس الرمل زمناً طويلاً وكذلك يحتاج إلى تكثيف الجهود البشرية والمادية، مما يقود إلى البحث عن أنظمة بديلة يمكن أن تستخدم في الأماكن المناسبة، وفي أثناء اختيار نظام بديل عن أكياس الرمل تكون بشكل خاص ظروف المكان في مسار منحنـــي الحماية من الفيضان، وكذلك توفر طبقة التأسيس ذات أهمية، غير أن الحصول على ظروف تأسيس ملائمة يكون مرتبطاً بالتكلفة والتشكيل أكثر منه بإمكانية تحقيق تثبيت مستقر، وهنا يكون تحليل التكلفة - المنفعة مساعداً كبيراً (انظر الفقرات 7-1-9-3 و3-9).

تسمح الأنظمة البديلة لأكياس الرمل بالتمايز استناداً إلى طريقة العزل، وتوجد أنظمة سدات قابلة للإملاء وأنظمة بكتامة خارجية، في الأنظمة القابلة للإملاء تملأ الخزانات (نسيج شبكي من الأسلاك، خراطيم مطاطية، أحواض بلاستيكية، أوعية وغيرها) بمادة إملاء ما

(غالباً تكون رمل أو ماء) (الشكل 7-54).

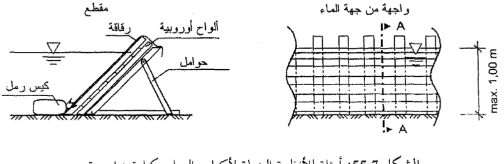


الشكل 54.7: أمثلة للأنظمة البديلة عن أكياس الرمل القابلة للإملاء. a) الأنابيب المملوءة بالماء b) إطار سلكي أو حوض

ومن خلال الوزن الذاتـــي لمادة الإملاء يحصل انسجام بين قاعدة النظام المملوء (خزان – خرطوم...) مع الأساس، ويتم التوصل إلى العزل بواسطة الخزان نفسه (مع القاعدة) أو بواسطة رقاقة غير نفوذه للماء والتـــي يستند إليها الخزان وترفع نحو الأعلى بعد إنشاء النظام. يجب ألاّ يتجاوز الارتفاع الأعظمي لمثل هذه الأنظمة لأسباب تتعلق بالأمان القيمة 1.2 m.

تكتسب الأنظمة البديلة لأكياس الرمل والمزودة بطبقة عزل خارجية استقرارها بفعل تجهيزها بالدعامات (ركائز ثلاثية، حامل وغير ذلك) بينما يتم التوصل إلى الكتامة بواسطة رقاقة غير نفوذه للماء متوضعة فوقها والتـــي تثبت عبر أكياس من الرمل.

في الأنظمة البديلة عن أكياس الرمل بكتامة خارجية أثبتت الجدران (الإطارات) الحاملة فعاليتها، وهناك أيضاً الألواح الأوروبية المتداولة والتـــي تدعم عبر حوامل من الفولاذ النقي غير القابل للصدأ، ويتوضع فوقها رقاقة سميكة من البلاستيك للتكتيم (الشكل 7-55).



الشكل 55.7: أمثلة للأنظمة البديلة لأكياس الرمل بكتامة خارجية

تتميز الجدران الحاملة بالبساطة وبالتكلفة القليلة للإنشاء والحاجة القليلة للتخزين والتركيب السريع، وتسمح مثل هذه الأنظمة بتركيب عدة مئات من الأمتار من الجدران الجاهزة في ساعات قليلة والتـــي تقدم حماية مؤقتة حتـــى عمق ماء 1m تقريباً عند سرعات جريان عادية.

ويمكن أن تحل المسائل المتعلقة بالكتامة عند الفواصل العمودية أو الوصل بين الأجزاء الإنشائية المنفردة أو الأقسام من خلال المصنعين بشكل مختلف جداً بحيث يمكن الاستغناء عن شرحها في هذا المكان.

معايير للتنفيذ والدعم اللوجستـــي لأنظمة الحماية من الفيضان الجاهزة

باعتبار أن إنشاء الجدران الجاهزة يجب أن يتم غالباً في الظروف الصعبة لذلك يكون ضروريا أثناء اختيار أنظمة جدران الحماية مراعاة وجهات النظر الآتية:

- يجب أن يكون الاستخدام أمينا وعاجلاً وسهلاً وبالتالي يمكن أيضاً أن ينجز في ظروف الطقس السيئة وأثناء الظلام،
- يجب أن يحتوي النظام فقط على عدد قليل من الأجزاء المختلفة لكي يتم تجنب التبديل والخلط،
- يجب أن تكون الأدوات الضرورية للتركيب محددة،
- تركيب الجدار يجب أن يكون ممكناً بقفازات الأيدي،
- وباعتبار أن الأعمال يجب أن تنفذ بفريق من شخصين فقط يجب ألا يتجاوز وزن الأجزاء المنفردة 30 kg
- ومن المهم لعناصر العوارض الواجب تثبيتها أن تكون منفردة (على سبيل المثال العوارض السدية) باعتبار أن هذه العناصر يمكن أن تستخدم أيضاً في المراحل اللاحقة (على سبيل المثال زيادة ارتفاع جدار حماية بحسب تطور منسوب الماء).

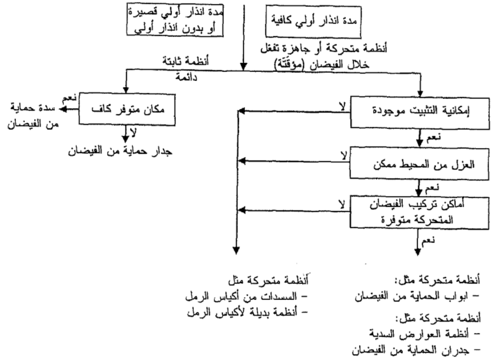
يكون التخزين القريب من الموقع والآمن للعناصر الإنشائية الجاهزة والمعبر السريع والسهل المناسب لعربات النقل والروافع الشوكية ضرورياً ولا بد منه لنقل خال من الإعاقة للجدران الجاهزة وكذلك لإنشائها وإزالتها، وتعمل مراكز التخزين المناسبة في طولها وعرضها للعوارض السدية والدعامات والتـــي تمكن الروافع الشوكية بسهولة من إخراجها وإدخالها

على تخفيض المدة اللازمة لعمليات الإدخال والإخراج لهذه العناصر بشكل كبير، وتنطبق نفس هذه الملاحظات على الحاويات القابلة للنقل والتـــي يجب أن تنقل بسرعة إلى مكان استخدامها في حالة الفيضان الخطر (انظر أيضاً الفقرة 7-2-2-8).

ويمكن أن نخفض الحاجة إلى الأشخاص بشكل كبير بواسطة تبسيط وتوحيد الأنظمة الجاهزة ويجب على الأقل التمرن على الإنشاء السريع للجدران الجاهزة مرة واحدة في العام بينما يمكن أن يجري بنفس الوقت مراقبة الجودة والمقدرة على القيام بالمهمة الموكلة إلى هذه الجدران (الفقرة 7-2-2-9).

6.5.1.7 إرشادات لاختيار نظام حماية من الفيضان

فيما يلي يجب أن تعطى بعض الإرشادات لاختيار نظام حماية، وكتوجيه عام يخدم ذلك المخطط الموضح في الشكل (7-56) الذي يبيّن مراحل اتخاذ القرار.



الشكل 56.7: مخطط مبسّط لاختيار طريقة للحماية من الفيضان

بشكل أساسي يمكن التمييز بين منشآت الحماية المؤقتة والثابتة في المكان، و يتعلق اختيار أحد النوعين في حالة المجاري المائية ذات الأحواض الصبابة الكبيرة بوجهات النظر الإنشائية التـــي لها الأولوية وبالمخطط التنظيمي الإنشائي الكامل وبملاءمة عناصر الحماية في الهياكل الإنشائية المقامة.

وتأخذ منشآت الحماية الثابتة في المكان أهمية خاصة في حالة المدد القصيرة للإنذار الأولي،وهذا يخص بشكل خاص المجاري المائية ذات الأحواض الصبابة الصغيرة (على سبيل المثال في منطقة الألب – انظر مثلاً: SCHLEISS, 2000)، فعندما تحصل هطولات شديدة وتصبح فعالة للجريان في وقت قصير استناداً لمواصفات الحوض الساكب، فانه ضمن مثل هذه الشروط لا يتوفر في العادة الزمن لإنشاء وتفعيل تدابير الحماية بحيث يمكن أن تكون منشآت الحماية الثابتة فعالة، وبذلك تكون مدة الإنذار الأولي معيار اختيار هام.

توفر المنشآت الثابتة لذلك أماناً كبيراً بحيث يمكن بناؤها بارتفاع أكبر بمراعاة الأسس التكنولوجية للإنشاء، ويمكن أن تصمم مثل هذه المنشآت بحيث تكون زيادة الارتفاع عبر منشآت الحماية الجاهزة والمتحركة ممكنة.

ويمكن أن تقسم المنشآت الثابتة في المكان مرة أخرى إلى سدات الحماية من الفيضان (الفقرة 7-1-3) وجدران الحماية من الفيضان الثابتة في المكان (الفقرة 7-1-4)، وتكون سدات الحماية من الفيضان ذات فائدة كبيرة بحيث تكون هذه السدات أكثر ملاءمة للمنشآت الطبيعية حول مجرى مائي ما بواسطة تدابير العناية بالطبيعة، وبهذا تتراجع المركبات الوظيفية – التقنية في التصميم المتعلق بالحماية من الفيضان إلى المراتب المتأخرة (انظر أيضاً الفصل الثامن)، وفي أغلب الحالات يمكن أن تستخدم الإجراءات التقنية أيضاً في فعاليات الاستجمام والترفيه (على سبيل المثال طرق الدراجات العادية والنـــزهة – انظر DVWK, 1999f الاستمتاع بالطبيعة)، غير أن سدات الحماية من الفيضان تحتاج بشكل جوهري إلى مساحة تأسيس كبيرة لجدران الحماية من الفيضان ولذلك تكون غير ممكنة التشييد في الأقسام الواقعة داخل المدينة لأسباب تتعلق فقط بضيق الأمكنة، وكحل بديل لسدات الحماية تنشأ جدران الحماية من الفيضان، وعلى الغالب يستغنـــى عنها في الأقسام الكثيفة بالسكان والنشاطات الأخرى من المدينة بسبب ضيق الأمكنة أيضاً.

والأسئلة المتعلقة بالتصميم وتأمين المعابر للمجرى المائي في حالة مناسيب الماء الطبيعية تكون الأسباب التـــي تجعلنا نختار الأنظمة المتحركة والجاهزة (الفقرة 7-1-5).

عندما لا تتوفر أية إمكانيات للتثبيت يأتـــي دور سدات أكياس الرمل (الفقرة 7-1-5-4) والأنظمة البديلة لأكياس الرمل (الفقرة 7-1-5-5) للاستخدام، وللإجابة عن السؤال هل سنحتاج إلى نظام بديل لأكياس الرمل مكان السدة من أكياس الرمل التقليدية أو أي نوع منها؟ إن ذلك يتعلق بالمعطيات المحلية لتلك السدة، وأثناء الاختيار يمكن أن ندخل المعايير الآتية:

- المدة الزمنية وعدد الأشخاص اللازمين للتشييد والإزالة والنقل والصيانة،
- كلفة الإنشاء والصيانة،
- المكان اللازم للتخزين،
- إمكانية شراء النظام،
- ملاءمة النظام للخصائص المحلية (درجات، زوايا المنازل، التدرجات، وغيرها)،
- هل يمكن استخدام النظام أيضاً في الأقسام المغمورة،
- إمكانية زيادة ارتفاع النظام.

إن الحاجة المرتفعة لأكياس الرمل والتـــي تتناسب طرداً مع ارتفاع السدة والتـــي ترتبط بها مدة التشييد ومدة الإزالة وكمية المواد اللازمة (إلى ذلك انظر أيضاً الجدول 7-6) ووجهات نظر الأمان ذات العلاقة مع تزايد ارتفاع المنشأ أثناء التشييد والحجز هي الأسباب التـــي تحد من ارتفاع السدة المكونة من أكياس الرمل، ولذلك لا يكون خطأ بالتأكيد إبقاء الارتفاع الأعظمي لسدة من أكياس الرمل دون 1.8 m والأنظمة البديلة لأكياس الرمل يجب ألا تحجز المياه ورائها إلى ارتفاع يزيد عن 1.2 m وذلك لأسباب تتعلق بالأمان.

يتم تشييد جدران الحماية من الفيضان الجاهزة بشكل أسرع من سدات أكياس الرمل أو الأنظمة البديلة، ولا تحتاج إلى مادة إملاء ولها عادة ميزة صغر حجم التخزين اللازم، وشرط التشييد السريع هو تحضير التجهيزات اللازمة للتثبيت (متعلق بالنظام) أو أرضية تأسيس مستقرة، وأثناء التخطيط يجب ألا يتجاوز ارتفاع الجدار القيمة 1.2m لأسباب تتعلق بالأمان.

ويمكن أن تستخدم المنشآت المتحركة للحماية من الفيضان (أبواب الفيضان وغيرها)

فقط عندما تتوفر تجهيزات التثبيت والسطوح الملساء اللازمة للتكتيم، وينطبق ذلك أيضاً على بعض المنشآت المتحركة، كما هو مثلاً في أنظمة العوارض السدية.

وفي تنفيذ مستقر وملائم يمكن أن تحجز الأنظمة المتحركة لارتفاع أكبر مما هو عليه في المنشآت المتحركة، ويجب أن يضمن الأمان والاستقرار من خلال الحساب الستاتيكي وتخفيض ارتفاع المنشأ في المكان، على سبيل المثال عندما ينتظر مناسيب مياه > 1.2 m عند إحدى البوابات أو عند فتحة في الجدار يجب أن تتوفر إمكانيات تثبيت في تلك النقاط.

لا يمكن في النهاية أن نقرر أي نظام يقدم أفضل الشروط للحماية من الفيضان لجزء المجرى المائي المعنـــي إلا بإدخال المعطيات المحلية، وتتواجد في منطقة ما للحماية من الفيضان في العادة مركبات لعدة أنظمة من الحماية لكون الظروف في المكان وحوله ليست واحدة، ولذلك تكون المواعيد المحلية والمحادثات مع القاطنين حول المجرى المائي والسلطات المسؤولة والصور الملتقطة بعناية للمنطقة حتمية عندما نريد تجنب المفاجآت غير الحميدة.

مناطق الأمان

تشيّد المنشآت الجاهزة للحماية من الفيضان على الغالب بشروط استخدام حدية تحمي المساحات المتوضعة خلفها من الغمر، وبذلك تتعرض هذه المنشآت للحمولات من ضغط الماء المتوضع أمامها ويجب تبعاً لذلك أن تنشأ بشكل تبقى فيه مستقرة (انظر الفقرة 4-2 و4-3-5).

على الرغم من جميع أشكال العناية أثناء التشييد، فلا يمكن بحال من الأحوال استبعاد إلحاق الضرر باستقرار المنشأة الجاهزة للحماية من الفيضان وذلك للأسباب الآتية:

- عدم الحذر والإهمال أثناء التشييد،
- عدم التخطيط للحمولات الإضافية (على سبيل المثال جذوع الأشجار المنقولة مع الماء وصدم القوارب)،
- التخريب المتعمد،
- غمر المنشأة مع التزايد المستمر للتصاريف.

يمكن أن تؤدي مثل هذه التأثيرات في الحالة الحدية إلى فشل كامل لمنشأة الحماية في أجزاء واسعة، ويكون الناتج الغمر الكبير جداً للمناطق الواقعة في الخلف وأيضاً إلى تضرر

الأشخاص المتواجدين بالقرب من الموقع بفعل انهيار منشأة الجدار، ويجب أثناء تخطيط تجهيزات الحماية من الفيضان مراعاة هذه الأضرار طالما أن المشاركين غالباً ليسوا في الصورة الواضحة عن الأخطار.

إلى جانب محدودية ارتفاع الإنشاء لمنشآت الحماية المتحركة والجاهزة يساهم التأكد من مناطق الأمان بشكل خاص بعدم وقوع أية أضرار بشرية أثناء انهيار أو فشل ما لإحدى المنشآت (LIEM et al., 1999) ويسمح فقط لبعض الأشخاص المخولين الوقوف في مناطق الحماية هذه خلال حادثة فيضان ما.

ويجب أن تحدد هذه المناطق بالعلاقة مع ارتفاع البناء لمنشأة الحماية، وأن تحدد وتعلّم من خلال وضع الحواجز ويجب أن تراقب أيضاً من خلال تحديد مناطق الحماية حيث يتم أيضاً منع الفضوليين من الوصول إلى تجهيزات الحماية وبالتالي تجنب مساهمتهم برفع وتيرة الضرر بشكل إضافي.

6.1.7 تدابير الحماية ضد المياه الجوفية

يمكن أن تنشأ أيضاً أضرار في حالة الفيضان بواسطة تأثير المياه الجوفية، والأسباب هي ارتفاع مناسيب المياه الجوفية المرتبط بذلك في الأقسام المستغلة خلف منطقة الحماية من الفيضان (انظر الفقرة 7-1-2-7).

1.6.1.7 ارتفاعات منسوب المياه الجوفية

في الحالة التـــي تكون فيها مناسيب الماء صغيرة وحتـــى متوسطة في المجاري المائية فان المياه الجوفية تجري في العادة تحت تأثير قوة الثقالة باتجاه المجرى المائي بدون إعاقة (الشكل 7-57 a) بينما في حالة الفيضان يمكن ألا تجري المياه الأرضية باتجاه المجرى المائي بسبب مناسيب المياه المرتفعة في هذا المجرى المائي، وتبعاً لذلك يرتفع منسوب المياه الجوفية وعند مناسيب المياه المرتفعة في المجرى المائي تنعكس جهة جريان المياه الجوفية حيث تجري من المجرى المائي بعيدة باتجاه الأراضي الداخلية المجاورة الشكل (7-57 b).

تتعلق ارتفاعات سطح المياه الجوفية الناتجة في حالة الفيضان وكذلك حجم تأثيرها والتطور الزمنـــي لمناسيب المياه الجوفية جميعاً بمناسيب المياه في المجرى المائي وبمواصفات

الطبقة الحاملة للمياه الجوفية (انظر الفقرة 5-4)، واستناداً إلى سرعات الجريان الصغيرة في الطبقة الحاملة للمياه الجوفية تتغيّر مناسيبها بشكل متأخر بعد تغيرات مناسيب الماء في المجرى المائي، وفي الشروط البدائية المتشابهة كلما كان مركز المراقبة متوضعاً أقرب إلى المجرى المائي كلما أصبح تأثر ارتفاعات منسوب المياه الجوفية أشد.

تؤثر مناسيب المياه المرتفعة والتـي تنتج مثلاً عن إنشاء سدات حماية من الفيضان أيضاً مباشرة على ارتفاعات سطح المياه الجوفية وعلى مدى وحجم هذا التأثر، لذلك يجب أن يراعى أثناء التخطيط مثل هذا الانخفاض لمناسيب المياه نفسها.

ويمكن أن يحاكى ويحسب تغير ارتفاعات سطح المياه الجوفية وجرياناتها بمساعدة نماذج المياه الجوفية (أنظر على سبيل المثال FHDGG, 2000) وباعتبار أن ارتفاعات سطح المياه الجوفية المقاسة ضرورية لوضع ومعايرة مثل هذه النماذج يجب أن يبدأ مبكراً بتجهيز مراكز المراقبة المناسبة.

2.6.1.7 مصارف المياه الجوفية

يمكن أن تتغلغل المياه الجوفية بعيداً في داخل الأرض عبر الطبقات الحاملة الرملية أو الحصوية الموجودة في أودية المجاري المائية القديمة، وبذلك تنشأ أثناء الفيضان مساحات تكون فيها المياه الجوفية مضغوطة والتـي يمكن أن تؤدي في المواقع السطحية العميقة وخلف سدات الحماية إلى ظهورات للمياه الجوفية (مصارف المياه الجوفية).

وباعتبار أن الطبقة الحاملة للمياه الجوفية في أودية الأنهار مغطاة بشكل طبيعي بطبقة من لوم الأودية ذات النفاذية القليلة للماء يصبح خروج الماء أكثر صعوبة. ولكن ينشأ تحت هذه الطبقات ضغط مرتفع للمياه الجوفية (المياه الجوفية المضغوطة) وينشأ هذا الضغط بشكل بطيء استنادا إلى سرعات الجريان الصغيرة للمياه الجوفية ويتبدد تبعاً لذلك بشكل بطيء أيضاً.

وبسبب طبقة لوم الأودية لا تظهر المياه الجوفية هناك على الغالب في حوادث الفيضان التـي لا تدوم طويلاً، ولكن أثناء حوادث الفيضان طويلة الأمد وتبعاً لسطوح ضغط الماء الجوفي المرتفع الناشئ تأخذ المياه الجوفية مع الزمن طريقها إلى سطح الأرض (ما يسمى الماء

المركز). والأمكنة ذات الاحتمالات الكبيرة لظهورها هي مراكز الضعف الطبيعية أو الاصطناعية (مثلاً: قنوات الصرف – انظر الشكل 7-57 b)، وفي النقاط ذات السماكة القليلة لطبقة لوم الأودية وفي الأماكن ذات التغطية قليلة السماكة للمياه الجوفية أي الأجزاء الواقعة في المناطق العميقة من سطح الأرض كمناطق الأودية والجور.

يمكن أن تظهر المياه الجوفية أيضاً بعيداً جداً من المجرى المائي الأصلي في الشروط البدائية الجيولوجية والهيدروجيولوجية الملائمة وحسب حجم ظهور المياه يمكن بذلك أن ينشأ ويظهر غمر متكرر ومفاجئ، ويكون مفاجئاً للأسباب الآتية:

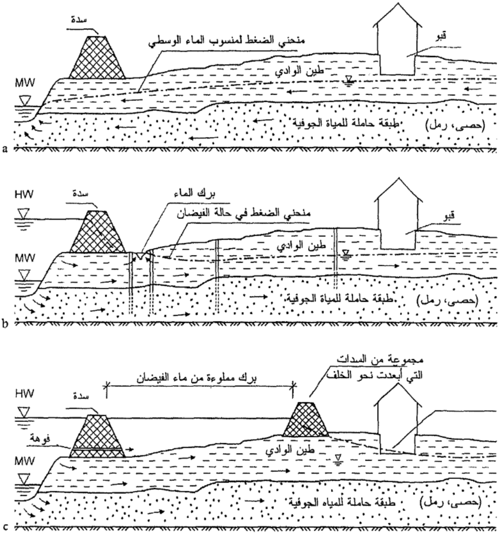
- عدم اتخاذ أي حساب للغمر والسيول على الغالب بعيداً عن المجرى المائي وكذلك لأية تدابير وقائية إنشائية مناسبة لذلك (على سبيل المثال التأسيس المناسب للأبنية – أنظر أيضاً الفقرة 2.8.1.7)،
- إمكانية استمرار حادثة الفيضان في المجرى المائي لمدة طويلة (حتـــى لأسابيع) بحيث أن مناسيب المياه الجوفية في الأرض الواقعة في الخلف تستمر دوماً بالارتفاع.

ويكون الجريان البطيء جداً للماء ذي سرعات الجريان الصغيرة في الطبقة الحاملة للمياه الجوفية سيئاً جداً ولذلك يدوم الغمر لفترة طويلة.

3.6.1.7 منشآت السدات الخلفية

إن منشآت السدات الخلفية لكسب حجم تخزين إضافي أو لتكبير مقطع الجريان هي اليوم أداة واسعة الانتشار للحماية من الفيضان الشكل (7-57) غير أنه في المناطق كثيفة السكان والنشاط تتوفر على الغالب مساحات ضيقة.

وبالنظر إلى مناسيب المياه الجوفية يجب الانتباه إلى أنه أثناء الأخذ بحل سدات الحماية الخلفية من الفيضان تنشأ مناسيب مياه مرتفعة أيضاً في المناطق المحمية من الفيضان سابقاً وتصل ارتفاعات مناسيب المياه الجوفية الناشئة نتيجة لمناسيب الفيضان إلى المناطق الداخلية وتتغلغل دوماً ويمكن أن يصغر عمق المياه الجوفية عن سطح الأرض بحيث يمكن أن تتضرر الأجزاء الواقعة في المنخفضات من ظهورات المياه الجوفية (ماء الصرف) (الشكل 7-57 c) لذا يجب أن تفحص المؤثرات على ارتفاعات مناسيب المياه الجوفية أثناء وضع منشآت السدات الخلفية.



الشكل 57.7: تطور ارتفاعات مناسيب المياه الجوفية بالعلاقة مع مناسيب الفيضان بعد فتح برك التخزين لتخزين الماء. a) مناسيب المياه الجوفية في حالة الماء الوسطي (التصريف المتوسط). b) مناسيب المياه الجوفية أثناء الفيضان. c) مناسيب المياه الجوفية بعد فتح بركة التخزين

4.6.1.7 الحماية من مياه الصرف

نسمي الماء المنصرف عبر إحدى السدات أو من أساسها إلى أحد المنخفضات بماء الصرف (الماء المركز "ينابيع الصرف") وللحماية من مياه الصرف يمكن أن نميز بين ثلاث إمكانيات إنشائية أساسية (الشكل 7-58) وهي:

- عناصر عزل عمودية (على سبيل المثال ستائر عزل عمودية)

وكطرق لتخفيض سطوح ضغط الماء الجوفي يمكن ذكر:

- سلاسل الآبار وقنوات الصرف،

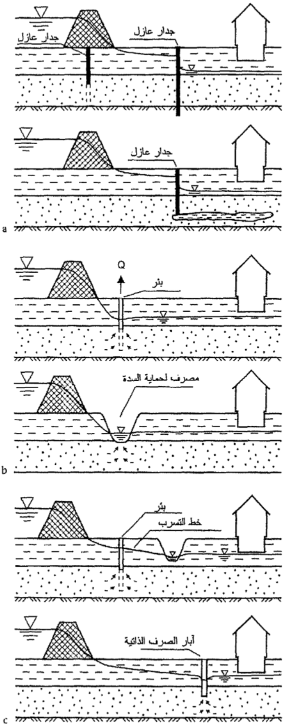
- آبار الصرف الذاتية وفتحات الصرف.

يتم تخفيض تدفق الماء الجوفي بوساطة ستارة عزل عمودية أو أكثر وتتوضع مناسيب المياه الجوفية المرتفعة أو سطوح ضغط الماء الجوفي أثناء الفيضان فقط أمام جدار العزل (الشكل 7-58 a) غير أن السيئة في هذه الطريقة هي أن جريان المياه الجوفية تبعاً لذلك يتوقف أيضاً عند مناسيب المياه المنخفضة، وعلاوة على ذلك يجب الانتباه إلى عدم السماح بتأثير جدران العزل على تجدد المياه الجوفية سلبياً، بحيث يتوقف تدفق المياه الجوفية إلى الطبقة الحاملة لهذه المياه.

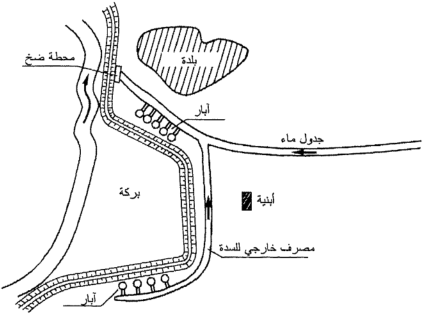
وهناك إمكانية أخرى لتخفيض منسوب المياه الجوفية، هي تخفيض ضغط سطح المياه الجوفية بمساعدة الآبار أو قنوات الصرف (الشكل 7-58 b)، لذلك تنشأ عند قدم السدة الخلفي آبار أو قنوات تصريف موازية لقدم السدة الخلفي (قنوات تصريف خارجية) بينما يجب أن يتم الضخ من الآبار للتوصل إلى التخفيض اللازم لمنسوب المياه الجوفية. تجري مياه الصرف إلى قنوات الصرف بميل طبيعي، وفي هذه القناة تجري المياه إلى نقطة تجميع متوضعة في منخفض وتضخ من هناك بواسطة المضخات (منشآت رفع) مرة أخرى إلى المجاري المائية (ما يسمى الصرف الداخلي انظر أيضاً الشكل 7-59).

في حالة البئر ذي التصريف الذاتـــي يتم تخفيض ضغط المياه الجوفية عبر أحد الآبار ووصلة أنبوبية من هناك إلى إحدى قنوات التصريف، ويمكن أن تتأثر قيمة التخفيض عبر منسوب ارتفاع الوصلة الأنبوبية وحسب نفس المبدأ تعمل فتحات الصرف (الشكل 7-58 c).

يبين الشكل (7-59) على سبيل المثال كيف يمكن أن تتم الحماية من ماء الصرف للمناطق المتوضعة خلف إحدى سدات الحماية من الفيضان بمساعدة سلسلة آبار ذاتية التصريف.



الشكل 58.7: تدابير الحماية من ضغط الماء. a) عناصر عزل عمودية. b) تخفيف الماء المضغوط عبر الآبار أو القنوات. c) تخفيف الماء المضغوط عبر آبار الصرف الذاتية أو فتحات الصرف



الشكل 59.7: حماية إحدى التجمعات السكنية من المياه الجوفية بإنشاء إحدى برك التخزين أو حالة إنشاء إحدى السدات الخلفية

تقاد المياه من الآبار ذاتية التصريف الموضحة (انظر أيضاً الشكل 7-58 c) عبر الأنابيب إلى قنوات الصرف الخارجية وتجري من هناك مجتمعة مع مياه داخلية أخرى (مثلاً الماء من المجاري المائية الثانوية، ماء الصرف، ماء التحويلة المطرية) إلى إحدى محطات الضخ (منشأة رفع) ومن هناك يتم الضخ عبر سدة الحماية من الفيضان إلى المجرى المائي (صرف داخلي)، ولتركيب المضخات في منشأة الرفع يكون من الأهمية بمكان تحديد كمية المياه الواصلة بشكل منفرد بعد تشكلها، وبذلك يكون من الممكن تخطيط عمل منشأة الضخ بشكل مثالي (انظر الفقرة 7-4).

ونظراً للأهمية الكبيرة لمنشآت الرفع يجب أن تسمح هذه المنشآت بإمكانية التعويض عن خروج إحدى المضخات عن العمل، ولكي نمنع الخروج الكامل للمحطة يجب تأمين الإمداد بالتيار الكهربائي الدائم للمضخات بعيداً عن تهديد الفيضان وأن تتوضع بشكل محمي من الماء.

إن جر المياه الجوفية والتـــي تضخ بعيداً عن المجرى المائي من الأقبية يكون مرتبطاً بمشاكل

كبيرة (انظر أيضاً الفقرة 7-3-4-1)، وجر الماء إلى شبكة الصرف يحتاج أيضاً إلى موافقة السلطات المسؤولة، مثل طريقة التسريب في المناطق الخضراء، وفي أية حال يجب أن يؤخذ في الحسبان أن هناك تكلفة إضافية لأية طريقة مسموح بها يتم اختيارها للربط مع شبكة الصرف الصحي.

5.6.1.7 نوعية المياه الجوفية والتدابير الاحتياطية ضد التلوث

تتحلى المياه الجوفية بميزة جوهرية مقابل المياه السطحية وهي أنها في العادة لا تتلوث وبالتالي لا تحتاج إلى أعمال تنقية إضافية ومكلفة بعد مرور الفيضان، ومن الطبيعي أن يشترط أيضاً عدم تلوث المياه في مناطق الأبنيةِ التـــي تتعرض للفيضان (على سبيل المثال عبر التسرب من خزانات الوقود، تخزين غير صحيح لمواد تهدد المياه، بقايا زيوت في الكراجات العميقة وغيرها)، وهذه الإشارات تبين بوضوح أهمية ما يأتـــي:

- يجب أن تخزن المواد الملوثة للمياه بشكل أمين من الفيضان،
- المناطق المهددة من الفيضان يجب أن تخلى في الوقت المناسب وتنظف من المواد الملوثة،
- يجب أن تكون المواد الإنشائية المستخدمة هناك غير حساسة للتبلل،
- الحرص على عدم التسبب في تلوّث المياه الجوفية الداخلة.

ويقع في مركز الاهتمام الخاص للمتضررين من الفيضان تأمين التنفيذ في الوقت المناسب لمثل هذه الإجراءات في إطار التأمين ضد الفيضان.

7.1.7 الاحتياطات في شبكة الصرف الصحي

عندما يتغلغل ماء الفيضان من المجرى المائي إلى شبكة الصرف الصحي وطالما لا تتخذ أية تدابير، فان هذا الفيضان يعيق الوظيفة الطبيعية لصرف مياه المدينة ويقود في أسوأ حالة إلى غمر الشوارع والأقبية وتخريب الشوارع وغرف التفتيش للإمداد بالغاز والماء والكهرباء والتليفون.

في الحالة الطبيعية تؤمن شبكة الصرف الصحي جر جميع أنواع مياه الصرف الناتجة من المدينة، مثل المياه القذرة المنـــزلية من الحمامات والمطابخ أو مياه الصرف الناتجة من الورش والمراكز الصناعية وتقودها بشكل أمين إلى محطة المعالجة المتوضعة باتجاه جريان النهر.

وكذلك فان ماء المطر الهاطل فوق المساحات المعبدة مثل الأسطح والشوارع وطرق المشاة والساحات الذي لا يتسرب خلال طبقة التربة يعد من مياه الصرف الصحي، وتنتمي المياه الجوفية الداخلة إلى القنوات غير المعزولة في لحظة دخولها إلى الشبكة أيضاً إلى مياه الصرف الصحي، وإلى تلك الشبكة يأتــي من حين لآخر أيضاً ماء التبريد والرشح والتعرق من محركات التسخين ومنشآت التكييف والمشعات الحرارية.

إن وظيفة الصرف الصحي هي صرف المياه بعيدا عن المدينة وأيضاً ما تحتويه هذه المياه باعتبار أن المياه بنفس الوقت ناقل للغائط والجراثيم المرضية والفضلات الصلبة والمواد الغذائية والزيوت والشحوم والسموم ويضاف إلى ذلك ما يجرف مع ماء المطر من المساحات المأهولة المتعرضة للغمر مثل مجروفات الشوارع والجليد وغائط الكلاب والأمطار الطينية والقاذورات من جميع الأنواع، وجميع هذه المواد يمكن أن نشاهدها في أقبية المنازل بعد أحد الفيضانات عند عدم تنفيذ الإجراءات المناسبة.

وعلى الرغم من قابلية الفيضان لشبكة الصرف الصحي فإن هذه الشبكة تعتبر استكشافاً عظيم الأهمية وجديداً نوعاً ما، فمنذ مائة عام تقريباً تم إنشاء أول شبكة صرف صحي نظامية في ألمانيا، وبعد ذلك أصبح معلوماً أن عدم كفاية الصرف الصحي كان مسؤولاً عن الأوبئة البشرية مثل التيفوئيد، وكان إنشاء الشبكة ومحطات المعالجة في ذلك الوقت يتم من قبل المهندسين الصحيين واليوم من قبل المهندسين المدنيين ويمكن الإطلاع على تاريخ شبكات الصرف الصحي في ATV, 1999 a.

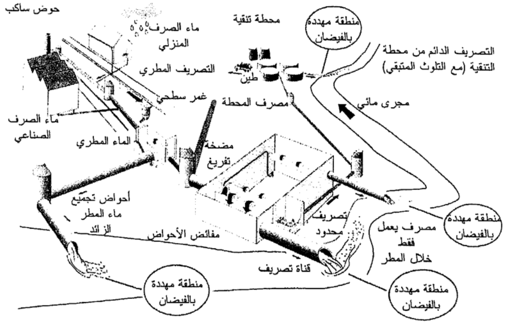
1.7.1.7 مواقع الاتصال بين صرف المدينة والمجاري المائية

تجري مياه الصرف الصحي في العادة بفعل قوة الوزن (الثقالة) وميل خطوط الأنابيب المطمورة باتجاه محطة المعالجة حيث تتم معالجتها وتجري من هناك إلى المجرى المائي، وفي حال كون الميل صغيراً جداً على سبيل المثال في الأرض المنبسطة تشغّل محطات ضخ (منشآت رفع) في مناطق مختارة.

ويوجد نوعان لصرف المدينة: أنظمة الصرف المختلطة. والصرف بالطريقة المنفصلة وكلا الطريقتان لهما نقاط اتصال كثيرة مع المجرى المائي. يوضح الشكل (7-60) هذه الأنظمة

المستخدمة غالباً في ألمانيا والتـــي فيها يغيب إنشاء نظام الصرف المختلط.

لا يمكن أن تقاد مياه الأمطار ومياه الصرف الصحي التـــي تصرف في شبكة واحدة من الأنابيب أثناء عاصفة مطرية شديدة بشكل كامل إلى محطة المعالجة، عند ذلك يلزمنا مقاطع أنابيب كبيرة جداً وبنفس الوقت ترهق محطة المعالجة بشكل كامل أثناء المطر، ولذلك تم منذ بداية إنشاء أنظمة الصرف المختلط تشييد مصارف مطرية والتـــي تحوّل من خلالها الزيادة في مياه الصرف الصحي أثناء المطر إلى المجاري المائية.



الشكل **60.7**: مواقع الاتصال المهددة بالفيضان بين نظام الصرف المختلط والمجرى المائي

في أنظمة الصرف المختلطة توجد اليوم كمتوسط لكل 600-700 ساكن مصرف مطري على شكل منشأة تحويل مطرية (هدار أو مفيض) (RÜ) أو حوض تحويل مطري (RÜB)، وباعتبار أن ثلثي الثمانين مليون مواطن ألمانـــي تقريبا مربوطون إلى نظام صرف مختلط فيستوجب ذلك تقريباً 80000 موقع اتصال بين أنظمة الصرف المختلطة والمجاري المائية (الجدول 7-7).

في الأنظمة المنفصلة للصرف تجر مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار في شبكتين

منفصلتين للأنابيب وبهذا لا يوجد أي ربط مباشر بين نظام مياه الصرف الصحي والمجرى المائي ، ولكن يوجد لذلك 50000 مصرف مطري (RA) وهي عبارة عن مصبات أنابيب الصرف المطرية والتـــي عندها تصرف المياه المطرية بالعادة بدون أي حجز أو تخزين أو معالجة مباشرة إلى المجرى المائي.

الجدول 7.7: العدد المقدر لمواقع الاتصال بين صرف المدينة والمجاري المائية في ألمانيا

في النظام المنفصل		في النظام المختلط	
العدد	التوصيف	العدد	التوصيف
50000	مصارف مطرية (RA)	60000	منشآت التحويل المطرية (RÜ)
500	أحواض ترسيب مطرية (RKB)	أحواض التحويل المطرية (RÜB)	
		16000	– منشآت التحويل الحوضية (BÜ)
		5000	– منشآت التحويل الترسبية (KÜ)
تقريباً 50000 منشأة		المجموع تقريباً:	80000 منشأة
المجموع الكلي تقريباً: 130000 موقع اتصال			

وإجمالاً يوجد في ألمانيا تقريباً 130000 موقع اتصال بين الصرف الصحي والمجاري المائية (BROMBACH and STEINRIEDE, 1999)، ثلث مواقع الاتصال هذه يهدد بخطر حجز الماء فيه خلال الفيضان في المجاري المائية المحوّلة و عدد هذه المواقع هو حوالي 45000 موقع.

يضاف إلى ذلك تقريباً 10000 مصرف لمحطات المعالجة والتـــي تشكل النقطة الأخفض لشبكة الصرف، وبالرغم من موقعها القريب من المجرى المائي تكون مهددة بالفيضان بصورة أقل من المصارف المطرية ويعود السبب إلى أنها تكون في العادة مزودة بمنشأة ضخ وهي في الأساس أحدث من نظام شبكة الصرف، علاوة على ذلك تكون دوماً مزودة بالكادر البشري ويمكن أن تتم مقاومة الفيضان أيضاً بسرعة تقنية كاملة تفي بالمطلوب، ولهذا السبب يتم استثناء مواقع الاتصال لمحطات المعالجة من الشروحات اللاحقة.

2.7.1.7 نوعا الفيضان في صرف المدينة

في صرف المدينة يوجد سببان مختلفان للفيضان (انظر أيضاً DAHLEM and PELL, 1986)

- *الفيضان في المدينة كنتيجة للهطولات الشديدة*

عندما يتم تجاوز مقدرة التصريف الهيدروليكية لأنابيب شبكة الصرف الصحي لا يمكن أن يجري الماء بسرعة كافية خارجاً من المدينة فتغمر نتيجة لذلك الأقبية والشوارع والأنفاق.

المسار النمطي للأضرار

تبدأ الأضرار بدون سابق إنذار بعد دقائق ولكنها تتضاءل بعد ساعة تقريباً مرة أخرى (الشكل 7-61)

الشكل 61.7: التحميل الهيدروليكي الزائد لمصارف الشوارع، فيضان مياه الأمطار من ممر المياه المنشأ على جانب الطرف اليساري للأوتوستراد المتوضع في الأعلى وتجمعه على الطرف اليميني

- الفيضان في المجرى المائي المار جانب المدينة أو فيها نتيجة لهطولات مديدة وغزيرة أو لذوبان الثلوج يتغلغل الماء مرتداً من النهر إلى شبكة الصرف الصحي للمدينة ليختلط مع مياه الصرف ويغمر الأقبية والشوارع ويزيد تحميل محطة المعالجة بشكل كبير.

المسار النمطي للأضرار

الإعلان عن الحالات الحرجة قبل ساعات وحتـــى أيام، حالات حرجة تدوم أيام.

يوجد أيضاً اجتماع بالصدفة (متزامن) لكلتا الحالتين من الفيضان المشروحة أعلاه، وأظهرت الاختبارات التـــي قام بها SARTOR (1998) والخبرة العملية أن هذه المصادفة

تحدث نادراً وتستجيب شبكة الصرف الصحي بسرعة على واقعة محلية، حيث أن المجاري المائية في العادة تملك أحواضا ساكبة كبيرة وتصادف معوقات لتشكل الجريان (تأخر تشكيل الجريان)، وتسبق موجة مياه الصرف الصحي موجة فيضان الجدول المائي في جريانها، ولكن عندما يكون الحوض الساكب الاصطناعي والطبيعي تقريباً متساويين في الكبر يزداد خطر التزامن والتراكب.

ويكون بشكل خاص غير مريح في الغمورات التـــي تنشأ في شبكة الصرف الصحي بحيث أن الماء يتوزع في كل مكان، وتكون الحالة من وجهة النظر الصحية والجمالية غير مريحة للسكان وتنبئ بأخطار صحية.

3.7.1.7 إرشادات للتصميم الهيدروليكي لشبكة الصرف الصحي

في الكودات الألمانية DIN EN 752 الجزء 2 وDIN EN 752 الجزء 4 ينصح حسب كثافة البناء بالمطر التصميمي الذي يلزم في التصميم الهيدروليكي لنظام صرف بتكرار لهذا المطر بين مرة واحدة في السنة ومرة واحدة في عشر سنوات وبغمر بين مرة واحدة في عشر سنوات حتـــى مرة واحدة في خمسين سنة (انظر الجدول 7-8) وخطر الغمر المتبقي يزعج ويثقل المواطن، ولكن الحصول على أمان كبير يكون غير اقتصادي.

الجدول 8.7: قيم التكرار المنصوح بها للمطر التصميمي اللازم للحساب الهيدروليكي لنظام صرف (حسب DIN EN 752 الجزء 2 وDIN EN 752 الجزء 4)

تكرار الغمر مرة واحدة في "n" سنة	المكان	التكرار للمطر التصميمي *a (مرة واحدة في n السنة)
1 في 10	مناطق طبيعية (زراعية)	1 في 1
1 في 20	مناطق سكنية	1 في 2
	مراكز المدن/مناطق صناعية ومهنية	
1 في 30	– تفحص للغمر	1في 2
	– بدون تفحص للغمر	1في 5
1 في 50	منشآت نقل تحت الأرض الأنفاق	1في 10

*a: لأجل المطر التصميمي يجب ألا تحمّل الشبكة فوق طاقتها

المطر التصميمي النموذجي حسب الجدول (7-8) يدوم في ألمانيا تقريباً 15 دقيقة ويمثل زمن الجريان الوسطي في حوض ساكب جزئي حتـــى المصرف اللاحق، وكميات مطر تتراوح بين 100 و300 ليتر في الثانية لكل هيكتار ((l/(s.ha))، والطريقة التصميمية الأكثر استخداماً هي المسماة طريقة معامل الزمن حسب (ATV-A 118 (1999d.

والطرق التـــي يبحث عنها الماء نفسه على سطح الأرض، عندما تحدث فترات مطرية قصيرة بشدات حتـــى ((l/(s.ha) 1000 والتـــي تقع بعيدة عن الفرضيات التصميمية المأخوذة تسمى بطرق الغمر، ويجب أن توضح هذه الطرق أثناء تصميم نظام الصرف الصحي وأن تجهّز بحيث لا تنشأ أضرار غمر كبيرة، وبشكل خاص يجب الانتباه إلى النقاط المنخفضة في الشارع، والتـــي تدخل منها مياه الأمطار بحرية إلى الأبنية وتغمر غرف الأقبية بسبب توضع حجر الرصيف بشكل منخفض على سبيل المثال عند مداخل الكراجات أو عند نوافذ الأقبية وأبوابها.

إن الفيضانات الأكثر تكراراً من تلك المشروحة سابقاً هي الفيضانات في شبكة الصرف الصحي التـــي تنتج عن تحول الجريان الحر في أجزاء الشبكة إلى جريان مضغوط نتيجة لزيادة حمولة الشبكة هيدروليكياً بعد الأمطار، وينشأ نتيجة لذلك حجز راجع بحيث يمكن أن يتحول إلى جريان مرتد من نقاط اتصال المنازل بالشبكة ويحصل غمر للأقبية المنخفضة بمياه الصرف الصحي.

4.7.1.7 التدابير ضد الفيضان والتحميل الزائد لنظام الصرف الصحي في حالات الهطول الشديدة

ماذا نستطيع أن نفعل في إطار تأمين المنشآت لكي نتجنب أضرار الحجز المرتد أو إبقاء مستوى الحجز المرتد منخفضاً، بحيث يبقى دون منسوب أرضية الأقبية وفي هذه النقطة يجب أن تشرح فقط التدابير الواجب تنفيذها في منظومة الصرف الصحي العامة، وتوجد في هذا الإطار إرشادات لتدابير الحماية لمالكي العقارات الخاصة في الفقرة (7-1-8).

ويوجد مجال واسع لاختيار الإمكانات الهندسية للتمكن من الإقلال من خطر الفيضان التـــي تتعرض له شبكة الصرف الصحي العامة من الحوض الساكب لمنظومة الصرف الصحي، ويبدأ هذا بمقدرة تصريف جيدة هيدروليكياً لهذه الشبكة، وتحد منشآت الحجز

المرتد و منشآت تخفيف التصريف (تخفيف الحمولة) من كل الأنواع من قيمة الجريان وتعمل على التخزين المؤقت في شبكة الصرف وخفض قيمة التصريف.

تضع المخططات العصرية للصرف الصحي وعملية جره في حسباها الاستغلال الاقتصادي الهادف لمنظومة الصرف الصحي، ويركز التطوير الحديث العهد على مكافحة الأسباب عبر الترشيح غير المركز لمياه الأمطار غير الملوثة وغير الضارة.

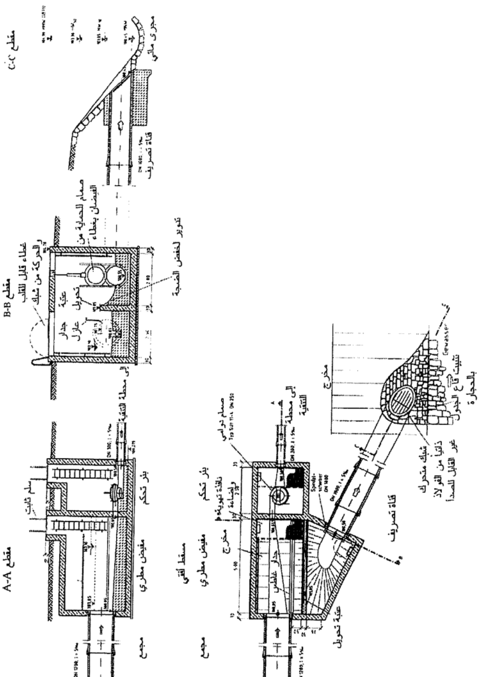
في الفقرات الآتية يتم توضيح الطرق الهامة لصرف المدينة التـي بموجبها يمكن التخلص من مشكلة الفيضان ذاتياً.

منشآت التحويل المطرية

إن أقدم الطرق إلى اليوم وأكثرها تكراراً للحد من الحجز المرتد (تجميع المياه) أثناء المطر الشديد في منظومة الصرف الصحي المختلط هي منشأة التحويل المطرية (الشكل 7-62)، ويتم الحد من الجريان الداخل إلى محطة المعالجة أثناء المطر من خلال عملية الخنق (أو تضييق مقطع الجريان) مثلاً بواسطة صمام حلزوني.

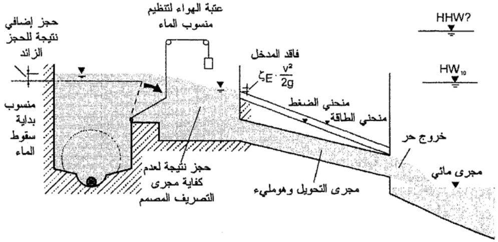
تستطيع شبكة الأنابيب الواصلة إلى محطة المعالجة أن تستمر بتأمين جريان مياه الصرف الصحي الآن بحمولة كاملة مرة أخرى بجريان حر ونتيجة ذلك يتم الحجز وتجميع المياه باتجاه الماء العلوي بشكل فعال أثناء المطر الشديد، ولكي لا يصبح الحجز والماء المتجمّع مرتفعاً جداً يجب أن تحوي منشأة التحويل المطرية مفيضاً جانبياً بشكل جدار جانبـي وغالباً ما ينفذ بجدار من جانبين، وعندما يتجاوز منسوب الحجز المرتد حافة العتبة تجري مياه الصرف الصحي الزائدة من خلال قناة صرف إلى المجرى المائي، وباعتبار أن عتبة التحويل طويلة نسبياً يمكن التخلص من التصاريف الكبيرة بارتفاع حجز صغير.

بالنسبة لمنشآت التحويل المطرية يجب أن تأخذ أطوال عتباتها قيمة 3-10 m حيث يبلغ ارتفاع الماء الأعظمي فوقها القيمة 30 cm وربما يحدث ذلك مرة واحدة في السنة لدقائق قليلة. وتكون منشآت التحويل المطرية (RÜ) بعتبات تحويل ثابتة في العادة أمينة أثناء العمل باعتبارها تستغنـي عن تقنية الآلات، وسيئة منشأة التحويل المطرية هذه هي بالتأكيد وصول مياه الصرف الصحي أثناء المطر تقريباً بدون معالجة إلى المجرى المائي وبالتالي وصول مواد غير مرغوب بها في مياه الصرف الصحي بكميات كبيرة.



الشكل 62.6: منشأة تحويل (مفيض) مطرية، هنا بعتبة تحويل مرتفعة للأعلى من جهة واحدة وبوابة إغلاق مغزلية للفيضان

ويجب أن تحسب الأبعاد الهيدروليكية لمنشآت التحويل المطرية بعناية فائقة، ويبين الشكل (7-63) حالة منشأة تحويل مطرية حديثة والتـــي يتم فيها وضع هدار متحرك أوتوماتيكي على عتبة المفيض في هذه المنشأة، لذا يجب أن يكون مقدار ارتفاع الحجز في شبكة الصرف الصحي محدوداً، ويجب أن يمر التصريف التصميمي بدون أضرار (انظر الجدول 7-8)، وعلى الغالب يوضع أنبوب التصريف كثقب صغير لا يفي بالغرض المطلوب ، وعندما لا يتمكن ماء التصريف الزائد (أثناء الفيضان) من الجريان بشكل حر والدخول إلى المجرى المائي، يرتفع مستوى الحجز – على الرغم من وجود الهدار الأوتوماتيكي – في شبكة الصرف بشكل حتمي ودوماً يكون أعلى من منسوب الفيضان في النهر، وعندما يكون منسوب الماء الخارجي أعلى من الحافة العلوية للهدار يجري ماء النهر بشكل مرتد إلى منظومة الصرف الصحي، وكإجراءات مضادة يمكننا وضع بوابة إغلاق للفيضان كما ترى في الشكل (7-62).

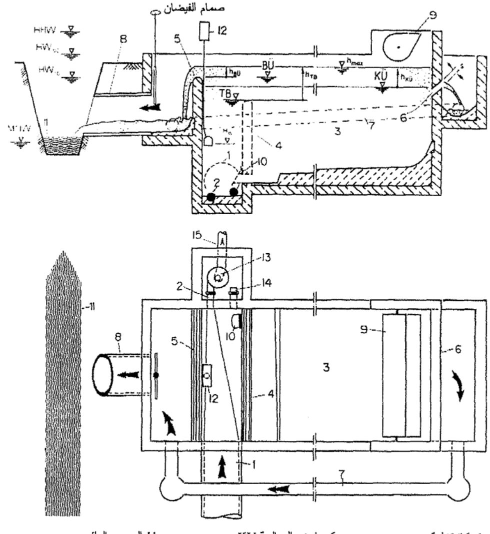


الشكل 63.7: عمليات الجريان في منشأة تحويل مطرية مع هدار أوتوماتيكي بحمولة كاملة/تحقيق هيدروليكي

أحواض التحويل المطرية (RŰB)

لقد بدأ في ألمانيا منذ عام 1970 تقريباً بإنشاء ما يسمى أحواض التحويل المطرية في نظام الصرف الصحي المختلط، ويبين الشكل (7-64) أحد التصاميم المنتشرة لحوض تحويل مطري في شكل حوض الجريان الوسيط والذي يسمى بوابة غير حقيقية (هذا يعنـــي تفرغ قناة

التغذية المحجوزة والحوض المطري مياههما في نفس الوقت)، كشكل تمثيلي لعدد كبير من الترتيبات والتصاميم الممكنة، كما ويمكن أن نرى في أسفل ويمين الشكل (7-60) حوضاً من هذه الأحواض.



1 قناة تغذية
2 مصرف الحوض
3 حوض الجريان الوسيط
4 منشأة فصل TB
5 مفيض الحوض BU
6 مفيض المعالجة KU
7 خط التصريف لـ KU
8 قناة التصريف لـ BU و KU
9 قلاب الغسيل (التنظيف)
10 بوابة الحجز
11 المجرى المائي
12 جهاز المراقبة
13 صمام الجريان
14 خط التحويل
15 التحويلة (الخط) إلى محطة المعالجة

الشكل 64.7: حوض التحويل المطري في مقطع ومسقط أفقي، حوض جريان وسيط فيما يسمى البوابة الثانوية غير الحقيقية

الجدول 7 . 9: نظام الأحواض المطرية في النظام المختلط (حسب ATV-A166, 1999b)

الأحواض المطرية في النظام المختلط										
منشآت التخزين المطرية			منشآت الفلتر		أقنية التخزين الحجمية			أحواض التحويل المطرية		
RRA			FA		SK			RÜB		
احواض حجز مطرية	قنوات تخزين مطرية	أحواض تخزين مطرية	فلتر ترابي	فلتر ميكانيكي	كأحواض متعاقبة	التصريف في التوضع في الأسفل	التصريف المتوضع في الأعلى	أحواض الوصل	أحواض الجريان الوسيطة	أحواض التقاط
RRSB	RRK	RRB	BF	MF	SKK	SKU	SKO	VB	DB	FB

الجدول 7 . 10: نظام الأحواض المطرية في النظام المنفصل (حسب ATV-A166, 1999b)

الأحواض المطرية في النظام المنفصل							
منشآت التخزين المطرية RRA				منشآت الفلتر FA		أحواض المعالجة المطرية RKB	
أحواض الحجز المطرية	قنوات التخزين الترابية المطرية	قنوات تخزين مطرية	أحواض تخزين مطرية	فلتر ترابي	فلتر ميكانيكي	مع حجز دائم	بدون حجز دائم
RRSB	RRG	RRK	RRB	BF	MF	RKB m D	RKB o D

يتم تخفيض الجريان الداخل إلى محطة المعالجة في أحواض التحويل المطرية بشدة أكبر من المفائض المطرية، ولكن بالمقابل يمنع حجم التخزين الإضافي الفيضان (الطفح) المتكرر. يحدد في العادة حجم التخزين بحيث يمكن أن يستقبل هطولاً مقداره 2-3mm (ATV-A 128, 1992) وهذا يعتبر قليلاً بالمقارنة مع قيمة الهطول في حالة مطر شديد، ولكنه يكون كافياً لإبقاء حوادث الجريان فوق المفيض دون 50 حادثة ومدتها تقريباً 150 h/a (مائة وخمسون ساعة في العام) (BROMBACH and WÖHRLE , 1997).

ولحوض الجريان الوسيط مفيض ثان و مفيض معالجة (KŰ) وينشأ أخفض من مفيض الحوض، وبذلك يتم الوصول إلى معالجة أولية للماء الفائض، وتفصل المواد المنقولة في مياه الصرف الصحي بشكل أفضل مما هو عليه في حالة المفيض المطري للمجاري المائية.

ولو وجهّنا سؤالاً مفاده، ماذا يحدث في حوض مطري من هذه الأحواض عندما يكون لدينا فيضان في المجرى المائي؟ لجاءت الإجابة إن ما يحدث فيه، يرتبط بارتفاع توضع المفيض ومنسوب الفيضان على السواء وللأسف فان ارتفاع أرضيات الأقبية في أبنية الأحياء المجاورة للمجرى المائي يحول دون وضع العتبات أعلى من موضع علامة الفيضان ذات المنسوب الأكبر. عندما يرتفع منسوب الفيضان بشكل كاف يتم الغمر في البداية لمفيض المعالجة وبعد ذلك مفيض الحوض، والنتائج تكون مشابهة في حالة المفيض المطري.

أحواض التخزين المطرية (RRB)

لأحواض التخزين المطرية بشكل واضح حجوم مميزة كبيرة ويمكن أن تستقبل 10 mm وأكثر من الهطول، وتستخدم بشكل أساسي للحماية من الفيضان في نظام الصرف الصحي من الأمطار الغزيرة، ويرجع تأثيرها بفعل التخزين ومن خلال إعاقة الجريان، وتزود أحواض التخزين المطرية في العادة بمفيض طارئ واحد فقط ليس له أي اتصال مع المجرى المائي (ATV-A 117, 1977)، وتكون لذلك مهددة قليلاً بالفيضان الذي يحدث في المجرى المائي الصغير الذي يكون احتمال تكراره بسيطاً وقمته بسيطة ولن تعالج هنا بشروح أخرى.

5.7.1.7 إجراءات منع دخول مياه الفيضان إلى منظومة الصرف الصحي

يغيب إلى الآن في ألمانيا النظام الملزم لتحديد أو معرفة الخطر الناجم عن الفيضان في المجرى المائي والممكن قبوله بالنسبة لمنظومة الصرف الصحي، ولذلك تتوفر الأفكار الآتية:

طالما أن منسوب الفيضان في المجرى المائي يقع أسفل حواف عتبات المفيض للمصارف المطرية فلا تنتج أية أخطار تذكر انظر الأشكال (7-62 و7-64)، وحينما يتم دخول لمياه الفيضان في شبكة الصرف الصحي لا يسمح بنشوء أية مشاكل كبيرة في الواقع، وتعمل المفائض عند العتبات هيدروليكياً كهدارات غير مغمورة (انظر الفقرة 2-5-4).

عندما يدخل ماء النهر بشكل مرتد من حين إلى آخر بارتفاع سقوط بسيط فوق عتبة التصريف يبلغ ربما سنتيمتراً واحداً أو ربما سنتيمترين اثنين في منظومة صرف صحي عاملة بتصريف مناخ جاف يختلط ماء النهر في مياه الصرف الصحي، وهذا غير مرغوب به في الأساس حيث يكون ماء النهر أقل تلوثاً من مياه الصرف الصحي ولا يحتاج لمعالجة، ولكن هل نسمح بذلك في الحالات الاضطرارية؟ يرتبط هذا بتكرار الحادثة التـــي تتم بموجبها عملية دخول مياه النهر إلى الشبكة، وبشكل مشابه للتصميم الهيدروليكي لشبكة الصرف الصحي فليس من المجدي أن نقوم اقتصادياً بإنشاء تدابير تقنية للحماية من خطر كل جريان مرتد إلى داخل هذه الشبكة، وتتعرض محطة المعالجة لفترة قصيرة لحمولة زائدة من مياه الصرف الصحي المخففة (قليلة التلوث) حيث لا تحدث أضرار تذكر.

عندما يتجاوز ماء النهر عتبات التصريف بارتفاع جريان كبير، بحيث لا تستطيع شبكة التصريف استيعاب ماء النهر الإضافي بعد ذلك بشكل كامل إلى محطة المعالجة وعندها تعمل شبكة الصرف تحت الحجز المرتد (تجميع المياه)، وقد أظهرت الخبرة أن هذه الحالة يمكن أن تحدث عندما يكون منسوب الماء في المجرى المائي أعلى من حافة عتبة التصريف بارتفاع 5 cm تقريباً، وتمتلئ الشبكة بسرعة ويمتد الحجز رجوعاً في الشبكة بسبب الجريان القادم من أعلى الشبكة. يمثل هذا تهديداً حقيقياً للشبكة وللمنطقة الموجودة فيها، وعندما تسقط الأمطار الخفيفة يزداد الحجز بسرعة، وفي هذه الحالة يرتفع مستوى الحجز بشكل ملحوظ وتسيطر حالة طوارئ يجب أن نحتاط لها ولكن في العادة لا يتم الانتباه إلى حالة التزامن هذه إلى الآن أثناء حساب وتصميم شبكة الصرف الصحي، وفي الواقع تتم معالجته بعد مطالبات وشكاوى ملحة ومتكررة.

التوضع المستقل لعتبات التصريف من الفيضان

من المعقول والمرغوب به أن تتمكن قمة العتبات المنشأة بارتفاع كبير من مقاومة

الفيضانات حتـــى حجم معين بتكرار محدد ومثبت، وعلى سبيل المثال يجب أن تبنـــى الحافة العلوية لعتبة المفيض (التحويلية) حسب (ATV-A128, 1992) في العادة فوق منسوب الفيضان الذي يتكرر مرة كل 10 سنوات، ويأتـــي المطلب الثانـــي من الكود الأوروبـــي رقم 752 (EURO-NORM 752) والذي يصلح لشبكة الصرف الصحي، الذي يشترط تحقيق الأمان من الغمر لمرة واحدة في مدة تتراوح بين 10 و50 سنة (انظر الجدول 7-8) وهناك من يطلب عتبات مرتفعة قدر الإمكان للحماية من الفيضان وآخر يطلب عتبات منخفضة قدر الإمكان وهذا يؤدي غالباً إلى صراع أهداف.

وعندما يتوفر بين شبكة الصرف الصحي والمجاري المائية فرق ارتفاع كاف يمكن عندها أن نجد حلاً وسطاً، بحيث يتم اختيار ارتفاع العتبة مع تحقيق لكلي المطلبين وعندها فلا حاجة لأعمال الصيانة بعد دخول ماء الفيضان من المجرى المائي إلى منظومة الصرف الصحي والاحتياطات لمنع مثل هذه الحوادث.

ما هو العمل المطلوب في منشآت تخفيف التصريف (المفائض) المعرضة للحجز المرتد (تجميع المياه)

للأسف أثبت الواقع أن الارتفاع الاحتياطي المتوفر بين قمة الفيضان والارتفاع الأعظم المسموح به لمستوى الحجز في شبكة الصرف الصحي صغير جداً أو قد يكون سالباً، وعندما تقع أجزاء شبكة الصرف الصحي عميقة جداً أو يكون المجرى المائي مرتفعا جداً ففي هذه الحالة يكون من الضروري وجود تأمين إضافي من الحجز المرتد على شكل ألواح أو عوارض سدية وصمامات منـــزلقة وبوابات وهدارات، وذلك عندما لا توجد إمكانية للقيام بتدابير إصلاح وترميم لتحسين ظروف المجرى المائي وسنصف ذلك فيما يلي:

توجد أثناء تنفيذ منشآت الحجز هذه (وبشكل مشابه لبوابات الحجز المرتد) وسائل عامة على العقارات الخاصة، وهذه المنشآت تمنع وبشكل مؤكد دخول ماء النهر إلى منظومة الصرف الصحي، ولكن لا تسمح بالمقابل خروج لأي حجم من ماء الصرف الصحي من المنظومة أيضاً أثناء المطر، ولذلك يجب دوماً التأكد من كفاية منشآت التأمين من الحجز المرتد لوحدها أو من عدم وجود حاجة إضافية إلى الآن لمنشأة ضخ لمياه الفيضان.

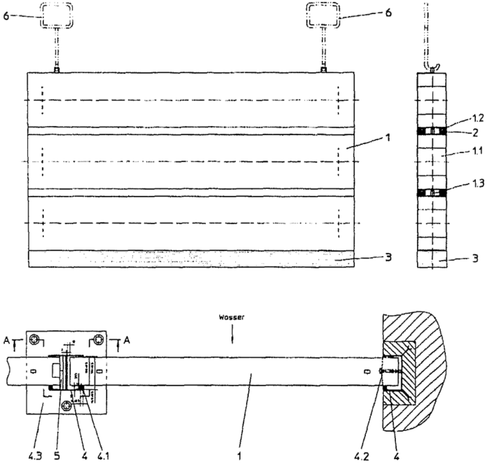
يزداد احتمال الحاجة إلى منشأة ضخ كلما كان تعرض منشآت الحجز المرتد للضغط

الخارجي من المجرى المائي أكثر تكراراً أو أطول وبذلك تبقى مغلقة (انظر أيضاً PECHER, 1987) ويجب أن تحرك بعناية من حالة إلى حالة وهذه مهمة هندسية ليست بسيطة، كما توجد حالات معروفة من الواقع العملي وهي أن منشآت الحجز المرتد لأحواض التحويل المطرية بقيت بشكل دائم تحت الحجز المرتد من المجاري المائية، وهذا عبارة عن إلغاء للغاية من منشآت الحجز المرتد.

العوارض السدية

يجب أن تستخدم العوارض السدية في منشأة تحويل التصريف كعنصر للتأمين من الحجز المرتد (تجميع المياه) في منشآت التصريف المطرية، عندما تكون الحاجة إلى تشغيلها نادرة جداً، على سبيل المثال مرة واحدة في كل خمس سنوات، ويحتاج إنشاؤها إلى فريق ماهر ومتدرب، ويجب أن تكون هذه العوارض مخزنة قرب الموقع لتسهيل استخدامها عند الحاجة وعدم تضييع الوقت في البحث عنها. كما ويجب أن تفك بعد الفيضان بسرعة أيضاً مرة أخرى، وإلا نشأ حجز مرتد أو تجميع للمياه في شبكة الصرف عند تكرار حدوث المطر.

ولكي نتمكن من تركيب العوارض السدية بسرعة وبكتامة جيدة يجب أن نضع في منشأة الحجز إطارا، والأفضل أن يكون من الفولاذ غير القابل للصدأ انظر الشكل (7-65) وانظر أيضاً الفقرة 7-1-5-3). يحتاج الإطار إلى أثلام جانبية في العوارض السدية وتجهيزات ضغط من الأعلى، لذا يجب أن تكون العوارض السدية من الألمنيوم ومزودة بكتامات مطاطية متممة. كانت تستخدم في الماضي لتركيب العوارض السدية تقنية قديمة حيث كانت توضع الألواح الخشبية فوق بعضها بعضاً وكان يستخدم روث الحيوانات أو الحشائش كوسائل عزل ومن ثم ترمى في الماء، وتصبح جيدة الكتامة لكون المواد الجافة أو الخشنة تمتص من قبل الشقوق بشكل أوتوماتيكي، واليوم يتم استخدام رقائق المواد البلاستيكية وينصح بتركيب أثلام العوارض السدية في أعلى وأسفل منشآت التأمين من الحجز المرتد الآلية حيث أنه عند الحاجة يمكن أن تدخل العوارض السدية مكانها على سبيل المثال عند التركيب أو الصيانة أو الإصلاح.



1 بروفيل مكان العوارض السدية
1.1 دعامة
1.2 تدوير لتثبيت الكتامة
1.3 أثلام
2 كتامة
3 عزل الأرضية
4 بروفيل السحب
4.1 بروفيل العزل
4.2 التغطية
4.3 لوح تثبيت
5 تثبيت سلفي
6 مقبض

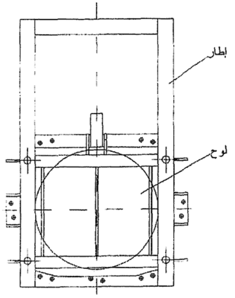
الشكل 65.7: العوارض السدية

الصمامات المنــــزلقة

عندما تقع منشآت التصريف المطري تحت تأثير الحجز المرتد من قبل المجاري المائية بشكل متكرر أكثر من مرة واحدة خلال خمس سنوات عندها تصبح عملية تركيب وفك العوارض السدية بواسطة عمال الصيانة غير ممكنة بسبب وجود عدة مواقع خطرة في شبكة الصرف التـــي يجب أن تتم مراقبتها بنفس الوقت أثناء الفيضان، وفي مثل هذه الحالة تفضّل الصمامات المنــــزلقة التـــي بموجبها يمكن أن نغلق الصمام إلى المقطع الحرج في وقت قصير

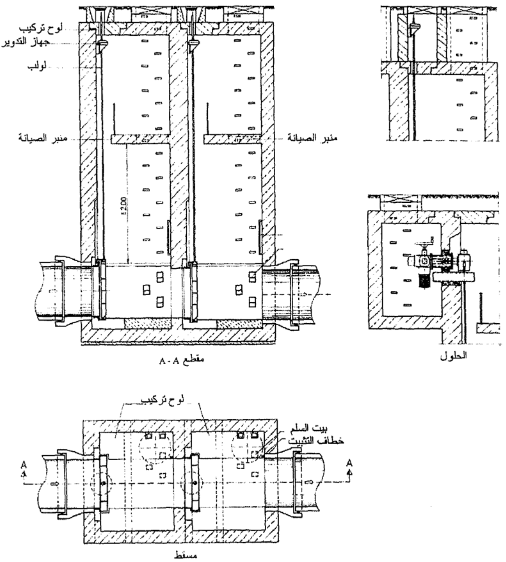
ونفتحه مرة أخرى من خلال تدوير ساعد الحركة المغزلي للصمام باليد بواسطة جهاز محمول لتدوير الساعد آلياً أو بتدوير ثابت.

يوضح الشكل (7-66) صمام منــزلق حديث للفيضان وهو من الفولاذ غير القابل للصدأ مع كتامة مرنة والذي يمكن أن يثبت أمام جدار في إحدى الآبار المقامة على أنبوب للصرف المطري انظر الشكل (7-62). ويكون اختيار المواد عالية الجودة بذلك مبرراً لأن هذه الصمامات يجب أن تعمل بضمانة أيضاً لسنوات متعددة قبل أن تتعطل لأول مرة، وعند المناطق الحرجة يجب أن تفحص المقدرة الوظيفية للصمامات بشكل منتظم، ولا يجب أن تكون مثل هذه الصمامات كتيمة بشكل كامل (DIN 19569).



الشكل 66.7: صمام حجز منــزلق بسدادة موشورية (اسفينية) للتثبيت

تم في (ATV (1995 a النصح باستخدام صمامات مضاعفة في منشآت الحجز المعرضة للخطر والضغوط المعاكسة الكبيرة حتــى يتم منع دخول مياه الفيضان إلى شبكة الصرف الصحي بأمان كبير (الشكل 7-67)، وبذلك تكون الصمامات المنــزلقة معرضة للضغوط المعاكسة من كلا الجهتين، ولكن هذه الصمامات تغلق بدون كتامة (DIN 19569).

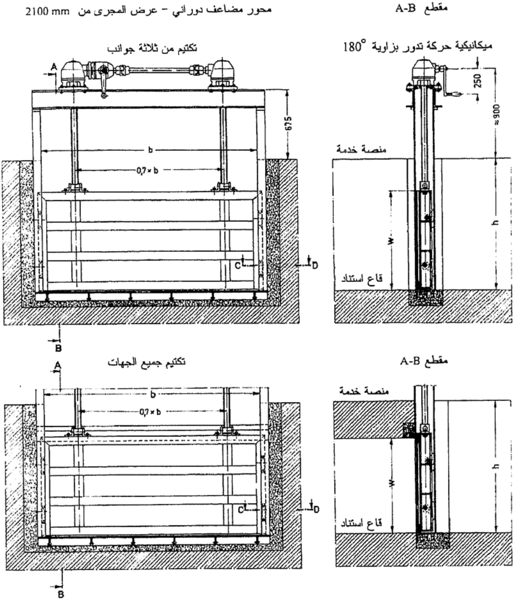


الشكل 67.7: المنشآت الحاوية على الصمامات بصمامات مضاعفة (اقتباس من ATV-A241,1996)

البوابات المسطحة

في حالة الضغوط الصغيرة المتعاكسة والقنوات المكشوفة العريضة تستخدم بوابات مستطيلة وعازلة من الوجوه الثلاثة بدون غلاف صندوقي؛ ويعنـــي العزل من الوجوه الثلاثة أن البوابات تكون في الحالة المغلقة كتيمة من اليسار واليمين والأسفل ولكن يمكن أن تمرر

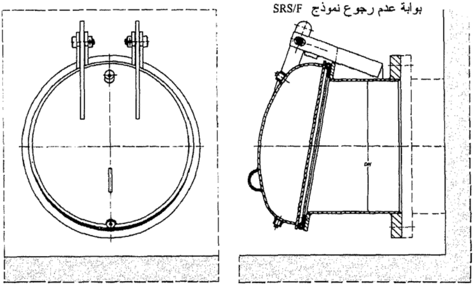
الماء من فوق ويمكن أيضاً أن تحجز المياه من الجهات الأربع عندما تزوّد بغلاف صندوقي (الشكل 7-68).



الشكل **68.7**: بوابة فولاذية بساعدين للحركة مغزليين ومحور حركة واحد وتشغيل يدوي (VAG, 1987)

بوابات عدم الرجوع (لحجز الماء المرتد)

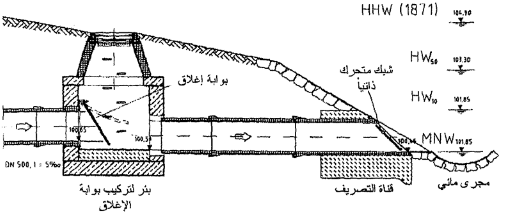
بوابات عدم الرجوع المعدنية التـــي تعمل أتوماتيكياً والتـــي يمكن أن تورد لأي قطر نظامي وضغط تحمل، ينصح باستخدام البوابات من الفولاذ غير القابل للصدأ بتكتيم حلقي مرن في المصارف المطرية (الشكل 7-69)، وفي المواقع الحرجة يجب ألا نثق ببوابات الحجز المرتد أثناء استخدامها لوحدها وينصح باستخدام صمام منـــزلق إضافي.



الشكل 69.7: بوابة عدم رجوع (لحجز الماء المرتد) من المعدن (SCHMIEDING, 1995)

إن بوابات عدم الرجوع التـــي تعمل أوتوماتيكياً بغلاف مطاطي تناسب بشكل جيد للأنابيب ذات الأقطار الصغيرة حتـــى DN 600 تقريباً عند ضغط معاكس معتدل (الشكل 7-70).

يثبت الغلاف الصندوقي للبوابات على مخرج الأنبوب من جهة الماء السفلي، يظهر الغلاف المطاطي الطري سهل الحركة متانة بالمقارنة مع الإطار الفولاذي الرقيق غير القابل للصدأ لوصلة الأنبوب أثناء الضغط المعاكس، كما أن المواد الغريبة الملتقطة أو المجمعة تطحن أو تجمع وتكون مقاومات الجريان لهذا النوع من البوابات ضعيفة (BORCHERDING and BROMBACH, 1995).



الشكل 70.7: بوابات عدم الرجوع من الفولاذ غير القابل للصدأ بغلاف مطاطي (UFT, 1999a)

الصمامات

تناسب الصمامات المزودة بسدادة تشبه منقار البطة (الشكل 7-71) التدفقات الصغيرة، على سبيل المثال عند نهاية أنابيب الدفع للمضخات، ويصنع جسم السدادة من المطاط ويثبت بوثاق على حافة الأنبوب الفولاذي غير القابل للصدأ. وتضغط الأطراف المطاطية (الشفاه) إلى بعضها بشدة من خلال أحزمة فولاذية نابضية وتقفل بشكل كتيم ضد الجزء المرتد للمياه، وعندما يكون الضغط الداخلي أكبر من الضغط الخارجي تفتح الأطراف المطاطية بشكل شقوق أو فتحات.

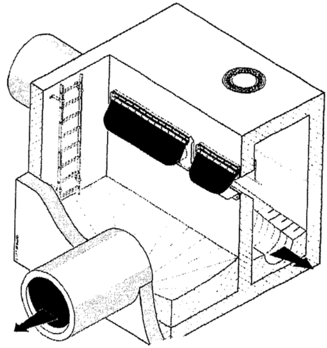
البوابات الطولانية (فتحات طويلة وقليلة الارتفاع)

يمكن أن تقام منشآت الحماية من الحجز المرتد أيضاً بشكل مباشر على عتبات المفائض بشكل بوابات طولانية (الشكل 7-72)، وتشكل الأحزمة أو الرقائق المطاطية السدادة (بوابة الإغلاق)، وميزة هذه المنشأة تكمن في أن بوابات عدم الرجوع تقع في موضع عال جداً ولا تعمل تحت الحجز المرتد إلا نادراً، وتكون مقاومة الجريان صغيرة باتجاه فتح هذه البوابات.

الهدارات المزوّدة بوسائل حماية من الحجز المرتد

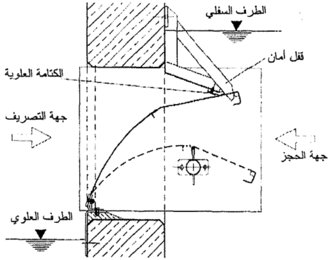
تستخدم الهدارات بمفائض متحركة عند المصارف المطرية بشكل متزايد في السنوات الأخيرة القليلة الماضية، ولكن يجب أن يبقى ارتفاع السقوط أثناء المطر صغيرا وأن يتم توفير الكتامة حتـــى مستوى التخزين المرتد قدر الإمكان لكي يتم تفعيل حجم الحجز المرتد الإضافي، ويمكن أن تستخدم هذه البوابات الهدارية أيضاً كبوابات عدم رجوع.

الشكل 71.7: صمام عدم رجوع ببوابة اغلاق من صمام مطاطي (UFT, 1998).



الشكل 72.7: البوابات الطولانية بأحزمة مطاطية للحماية من الحجز المرتد على هدار تصريف (UFT, 1999b)

ويمكن مشاهدة بوابة منحنية تمثل الأنواع الإنشائية المختلفة للهدارات في الشكل (7-73) وفي حالة الحجز المرتد للماء السفلي (الماء أسفل الهدار) تتشابك الصفيحة المنحنية في فواصل التأمين (الحماية) وتغلق المقطع العرضي، واستناداً إلى الطول الكبير للمجالات الواجب تكتيمها تنشأ مثل هذه البوابات أثناء الحجز المرتد بدون كتامة تامة، وعلى العموم لا تطلب الكتامة الكاملة في الهدارات المستخدمة في منظومة الصرف الصحي.



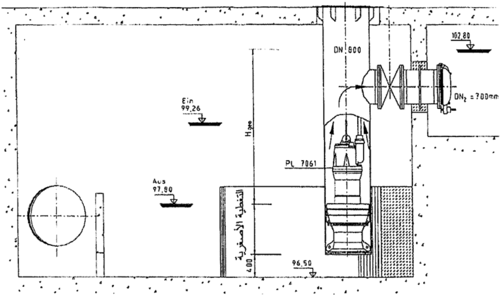
الشكل 73.7: البوابة المنحنية بحماية من الحجز المرتد (UFT, 1999 C)

منشآت ضخ مياه الصرف الصحي

عندما تتعرض منشآت التصريف ولفترات طويلة لتأثير الضغوط المتعاكسة من خلال الفيضان في المجاري المائية فانه يجب أن يؤخذ بالاعتبار ضرورة استخدام عملية الضخ لرفع مياه الصرف الصحي، ويجب أن يدرس قرار استخدام عملية الضخ بشكل معمق (انظر أيضاً PECHER, 1987).

وفي العادة تحتاج منشأة ضخ مياه الصرف الصحي أثناء الفيضان إلى تكاليف باهظة الثمن حيث أنها تحتاج لصيانة دائمة كونها منشأة حساسة وسريعة التأثر في شبكة الصرف الصحي (على سبيل المثال أثناء انقطاع التيار الكهربائي) وتوجد شروحات إضافية لذلك في بداية هذا الفصل كما تحتوي الفقرة (7-4) إرشادات لحساب أبعاد منشآت الضخ.

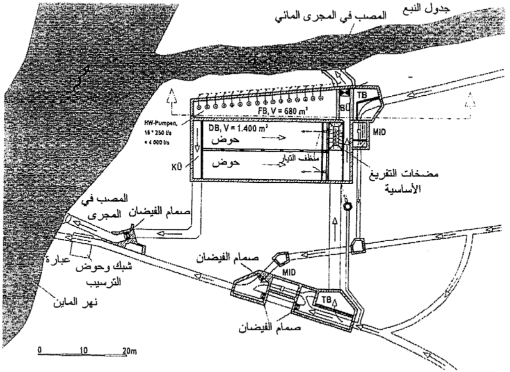
عندما يتم اتخاذ القرار باستخدام منشأة ضخ يجب أن نضع في ذهننا أن منشأة الضخ المستخدمة لضخ مياه الفيضان يجب أن ترفع بشكل مفاجئ كميات مياه كبيرة لارتفاعات صغيرة (ضواغط صغيرة) ولأجل هذه الغاية تناسب بشكل خاص المضخات الأنبوبية بمحركات غاطسة والتـــي تنـــزل عمودياً من الأعلى في خط أنابيب واسع مزود بأنبوب تحويل منحن، وتتحقق الكتامة بينها وبين خط الأنابيب التـــي تضمها من خلال وزنها الذاتـــي الشكل (7-74) ونظراً لقصر الأنابيب المستخدمة والأسلوب التصميمي للمنشأة والتـــي تملك مقاطع أنبوبية كبيرة والمواصفات الخاصة للمضخات يكون مردود مثل هذه المنشآت جيداً، ولدواعي الأمان والحيطة يجب أن تتوضع على الأقل مضختان على التوازي والتـــي يمكن أن تقبل التدرج في عملها.



الشكل 74.7: المضخات المحورية (الأنبوبية) بمحركات غاطسة (Flygt , 1995)

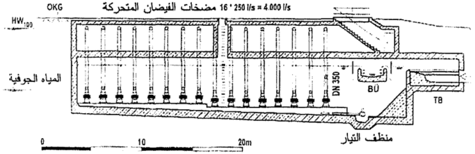
وهناك إمكانية أخرى بديلة وهي منشأة مضخات ثابتة تعمل بعدد كبير من المضخات الصغيرة والقابلة للتحريك، يوضح الشكل (7-75) المسقط الأفقي لحوض تحويل مطري يقع مباشرة على نهر الماين Main في مدينة Würzburg فورتس بورغ، حيث أنه عندما لا يوجد فيضان في نهر الماين (Main) يعمل مفيض الحوض بقوة الثقالة (جريان حر) بينما في حالة

الفيضان الذي يتم الإخبار عنه قبل يوم واحد فقط يتم بداية إغلاق الصمام المنـــزلق الفيضانـــي، وعندما تحصل الحالة التـــي يهطل فيها بنفس الوقت مطر في مدينة فورتس بورغ حيث يتم تجاوز كمية المياه الداخلة إلى محطة المعالجة المسموح بها، ويمتلئ أيضاً حوض التحويل المطري في فيهوف (اسم منطقة في مدينة فورتن بورغ)، وعندما ينذر الحجز المرتد من حوض التحويل بخطر على المدينة، يتم احضار المضخات ذات المحركات الغاطسة الـــ 16 من المستودع تدريجياً وتوضع في الخدمة في منشأة المفيض (التحويل) الشكل (7-76) وبذلك نحصل على الميزة وهي إمكانية الحصول على مضخات تعمل على التسلسل بكلفة معقولة كما يمكن أن تستخدم لغايات أخرى أيضاً.



الشكل 75.7: مسقط أفقي لحوض التحويل المطري فيهوف – Viehof في فورتس بورغ . الحماية من الفيضان بالمضخات القابلة للتحريك بتصريح مرخّص من مؤسسة صرف مدينة فورتس بورغ

وحسب العمر الزمنـــي لمنشأة الضخ ينصح بحساب مقارنة اقتصادية لكلفة استخدام اليد العاملة والمضخات (انظر الفقرة 7-1-9-3).



الشكل 76.7: منشأة ضخ مياه الفيضان عند حوض التحويل المطري (RÜB) Viehof في بورتس بورغ، توضع مضخات مياه الفيضان في مفيض الحوض بتصريح مرخّص من مؤسسة صرف مدينة فورتس بورغ

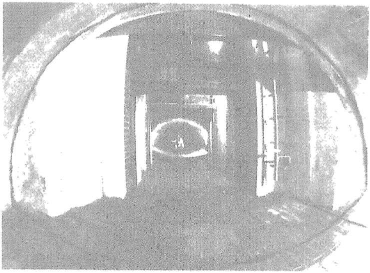
استثمار شبكة الصرف الصحي

في الماضي القريب تم تهيئة شبكات الصرف الصحي المختلطة الكبيرة جداً للاستثمار وكمثال على ذلك يمكن الإقتداء بمدينة كولن (SCHAAF, 1995, SCHAAF and TIMMERBRINK, 1995)، حيث يوجد في المدينة قرابة 100 مفيض مطري والتـــي في معظم الحالات تقع في مكان عميق جداً بحيث يسود ارتداد للماء حتـــى في الفيضانات الصغيرة، وتم إنشاء صمامات منـــزلقة فيضانية بالتسلسل تعمل بالمحركات الشكل (7-77) وتم تركيب أجهزة قياس وبشكل خاص أجهزة قياس منسوب الماء في شبكة الصرف الصحي وتجهيز 39 مركز تحكم عن بعد.

يتصل الحاسوب المركزي بأكثر من 100 من الحساسات والمحركات (محركات، اسطوانات هيدروليكية) ويتم مثلاً إطلاق أكثر من 1000 عملية تحريك للصمامات أثناء فيضان شديد (عارم) وكنتيجة ثانوية لا تحصل مراقبة جيدة جداً لشبكة الصرف وإنما أيضاً يمكن تخفيض كلفة الاستثمار لكامل الشبكة من خلال إبقاء مياه النهر خارج الشبكة وبالتالي يمكن تخفيض حتـــى الضريبة على مياه الصرف الصحي.

8.1.7 حماية الأبنية من الفيضان

تتأثر الأبنية الموجودة في منطقة تأثير أحد المجاري المائية بالفيضان ويجب أن تؤخذ هذه الحالة بالحسبان من خلال تدابير إنشائية احتياطية، وتشمل تدابير الحماية الإنشائية خاصة تأمين سطوح خارجية للأبنية معزولة (أرضيات الأبنية، الجدران، السقوف، وغيرها).



الشكل 77.7: صمام الفيضان المنـــزلق عند Theodor – Heuss - Ring (اقتباس من SCHAAF-and TIMMERBRINK, O.J.)

وتتعرض السطوح الخارجية للأبنية إلى حمولات (تأثيرات) تنتج عن المياه الجوفية والسطحية، وتعمل غالباً الجريانات السطحية القادمة على زيادة وتسريع تأثيرات المياه تحت السطحية التـــي تأتـــي عادة متأخرة، وهكذا ينشأ على سبيل المثال وبسرعة كبيرة ضغط المياه الجوفية على جدران الأقبية والأساسات وبلاطات الأرضيات وذلك عندما تتسرب المياه السطحية بالقرب من البناء، وبنفس الوقت يكبر حجم المياه الداخلة إلى البناء من خلال الأماكن غير الكتيمة.

ويبين هذا التوضيح المختصر أنه لا يسمح بإغفال التأثيرات المتبادلة بين المياه السطحية والجوفية أثناء وضع المخطط التصميمي، وتكون الحمولات الناتجة من ذلك على السطوح الخارجية للبناء هي الشروط البدائية لوضع المخطط التصميمي لحماية أحد الأبنية من الفيضان وهكذا يمكن التمييز بين التدابير الآتية:

- الحصول على مناطق أقبية محمية من الفيضان،
- التدابير ضد المياه الداخلة (المتسربة) و
- تدابير الحماية المسبقة في داخل البناء.

ويجب أيضاً التأكيد مرة أخرى على أن التدابير توضع بالعلاقة مع منسوب الماء

التصميمي، ولكن هذا لا يعنـــي أنه لا يمكن أن تظهر مناسيب مياه أكبر، وينصح لذلك أن نلحظ وضع تدابير أمان احتياطية لهذه النقط في المخطط التصميمي عند النقاط الحرجة.

1.8.1.7 مناطق الأقبية المحمية من الفيضان

تتعرّض الأقبية والكراجات العميقة لخطر دخول المياه السطحية والجوفية إليها باحتمالات كبيرة، وتدخل المياه الجوفية من خلال الطبقة الحاملة لها إلى الأماكن المستخدمة، وهذه المياه الجوفية تكون في العادة غير ملوثة وتدخل عادة ببطء أكثر من جريان المياه السطحية ولكنها تخرج ببطء أيضاً، وتظل الأقبية المعرضة لدخول المياه الجوفية إليها مغمورة لفترة طويلة.

يجب أن تفي مناطق الأقبية المحمية من الفيضان والتـــي يؤثر عليها ضغط ماء ولو لفترة مؤقتة بالمتطلبات الآتية:

- نقل الحمولات إلى طبقة الأساس،
- الأمان من قوى الرفع،
- عدم النفاذية للماء.

وفي الفقرات الآتية تم إعطاء إرشادات لضمان الكتامة ضد الماء ويمكن أن يتم الوصول لذلك أساساً من خلال

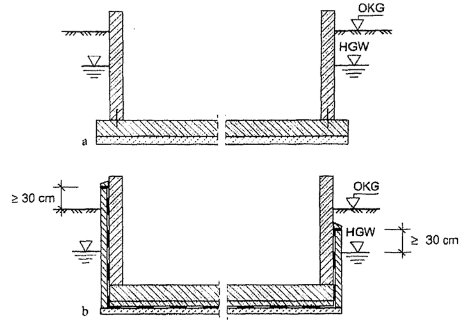
طريقتين للتنفيذ:

- إنشاء بيتونـــي غير نفوذ للماء (الحوض الأبيض)،
- إنشاء غير نفوذ للماء من خلال العزل الموضوع على الوجه المحيط (الحوض الأسود).

ويبيّن الشكل (7-78) رسماً لطريقتـــي العزل، ويمكن أن نأخذ بالإرشادات والخطوط العامة من خلال "المنشآت البيتونية المعزولة" الصادرة عن الاتحاد النمساوي للبيتون (انظر HUBER and NESITKA, 2000).

2.8.1.7 التصميم البيتونـــي غير النفوذ للماء

في التصاميم البيتونية غير النفوذة للماء (المعزولة) يقوم البيتون بمهمة العزل ومقاومة الحمولات، وباعتبار أن هذه التصاميم تأخذ لون البيتون الفاتح يسمى مثل هذا الأسلوب من الإنشاء بالحوض الأبيض.



الشكل 78.7: مقارنة لكلا أسلوبـــي الإنشاء "الحوض الأسود" و"الحوض الأبيض" حسب (LOHMEYER, 1994) a) "الحوض الأبيض" منشأة بالبيتون غير النفوذ للماء b) "الحوض الأسود" بطبقة عزل متوضعة على المحيط الخارجي

وكمادة إنشائية يستخدم البيتون غير النفوذ للماء (البيتون – WU) حسب DIN 1054، وهذا الأسلوب الإنشائي هو طريقة هندسية معروفة منذ سنوات عديدة وتتميز هذه الطريقة من خلال تحقيق موثوقية ومردودية عاليتين، علاوة على ذلك يجب أن نلاحظ بعض القواعد الأساسية الآتية:

- يجب أن تناسب المخططات التنفيذية المخطط الإنشائي الموضوع وكذلك المتطلبات التقنية للبيتون، هذا يعنـــي أن توافق التركيب الحبـــي للبيتون ووصلات البناء،
- يجب أن تحتوي المخططات التنفيذية بالتفصيل التصاميم المقبولة للوصلات أو نقاط الاتصال،
- يجب أن تتم مراعاة التصميم التقنـــي (الهندسي) ليس أثناء التخطيط فقط وإنما أثناء التنفيذ أيضاً.

البيتون غير النفوذ للماء

لقد عولجت مشكلة انتقال الرطوبة وعدم نفاذية الماء للبيتون سابقاً في الفقرة (6-1) ويمكن أن يصنع البيتون غير النفوذ للماء ويركب حسب الـــ DIN 1054 كبيتون BII و BI ويستند تقسيم البيتون إلى BI وBII حسب الـــ DIN 1054 إلى شدة المراقبة أثناء تصنيع البيتون.

يجب أن يركب البيتون غير النفوذ للماء بدرجة صلابة البيتون $\geq B_{25}$ الذي يصنع ويراقب حسب معايير النوع BI كما يأتـــي:

- محتوى من الإسمنت $\leq 350\ Kg/m^3$ للبيتون المتصلب بحبات ذات حجم 32 mm أعظمي للحصوية (للحبات) أو $\leq 370\ Kg/m^3$ في حالة حبات ذات حجم أعظمي 16 mm،
- نسبة أعظمية لكمية الماء إلى الإسمنت $W/Z \leq 0.6$.

البيتون غير النفوذ للماء (WU) ذو درجة الصلابة $\geq B_{25}$ وكذلك البيتون WU ذي الصلابة $< B_{25}$ يجب أن يصنعا ويراقبا حسب معايير BII، هذا يعنـــي أنه يجب أن يتم ذلك في إطار فحص مطابقة لتركيب البيتون بحيث يتم الوصول إلى المواصفات للبيتون المتصلب والطري المطلوبتين، ونسبة الماء إلى الإسمنت يجب أيضاً في هذه الحالة ألا تتجاوز 0.60.

في إطار اختبار الجودة والتـــي تخدم التحقق من المواصفات المطابقة المطلوبة يجب أن تصنع ثلاث عينات مخبرية للبيتون BI وست عينات مخبرية للبيتون BII وتختبر للتحقق من مقاومة البيتون على الضغط وتؤخذ العينات في الشروط الآتية:

- كل $500m^3$ من البيتون ولكل نوع من البيتون،
- كل سبعة أيام عمل،
- ومن كل طابق.

ويكون عدد العينات الكبير مهم جداً.

لا يعطي الـــ DIN 1054 أي عدد من العينات الواجب اختباره للتحقق من عمق دخول الماء (رشح الماء) في البيتون غير النفوذ للماء، ومن المفيد أن نقوم بصناعة وباختبار ست عينات للاختبار على الضغط وعينة لاختبار رشح الماء، ويجب ألا يتجاوز عمق دخول الماء وسطياً 50 mm، ومراقبة الجودة تتم لأنواع البيتون بالشكل الآتـــي:

– للبيتون BI على شكل مراقبة ذاتية (من المنفذ)،

– للبيتون BII على شكل مراقبة ذاتية ومن جهات غريبة أخرى.

لا تكون مواد الكتامة والمواد المبطئة طويلة الأمد المضافة من المصنعين ضرورية، وغالباً لا تكون مسموحة حسب DIN 1054.

تكوّن الشقوق في البيتون

تم في الفقرة (6-1) شرح أهم تغيرات الشكل وبشكل خاص تغيرات الحجم بحساب الانكماش بالتجفيف وانطلاق حرارة عملية الهدرجة (التفاعل).

إذا حدثت تغيرات الشكل للبيتون بشكل حر لا تنشأ أية ضغوط وبالتالي أية إجهادات، ولكن مقابل ذلك يمكن أن تسبب تغيرات الشكل الممنوعة بضغوط وبالتالي إمكانية حدوث شقوق في البيتون، وباعتبار أن البيتون المسلح هو وسيلة انشائية تحتوي على شقوق منتظمة وهذه الشقوق هي ظاهرة من ظواهر البيتون المسلح، فيجب ألا تمرر المياه ويجب أن تكون بعرض محدود، ويتم التوصل إلى الحد من عرض الشقوق من خلال التسليح الأصغري المحدد لهذا العرض بحسب DIN 1054.

وحسب (LOHMEYER 1994) تستخدم أعراض الشقوق المحسوبة w_{cal} والموضحة في الجدول (7-11) في تصميم المنشآت البيتونية غير النفوذة للماء.

الجدول 11.7: أعراض الشقوق للمنشآت البيتونية غير النفوذة للماء

ميل الضغط h_D/d_B	راض الشقوق المحسوبة w_{cal}
−2.5	0.20
−5.0	0.15
−5.0	0.10

h_D ارتفاع ضغط الفيضان [m] d_B سماكة العنصر الإنشائي [m]. w_{cal} عرض الشقوق المحسوبة [mm].

التصميم

يجب أن نجعل الضغوط التـــي يمكن أن تقود إلى تكون شقوق عريضة في حدودها الدنيا أثناء عملية التخطيط والتصميم ولذلك تكون التدابير والقواعد الأساسية الآتية هامـــة:

- تسوية الجهة السفلية لقاع القبو المنشأ من البيتون المسلح،
- أشكال هندسية بسيطة،
- تجنب تركّز الإجهاد،
- طبقة ملساء أسفل قاع القبو المنشأ من البيتون المسلح،
- ترتيب وتخطيط فواصل التمدد والفواصل الضرورية للعمل والفواصل الظاهرة عندما يكون ضرورياً،
- التخطيط التفصيلي لتكتيم الفواصل.

والأجزاء الإنشائية لمنشأ ما هي بلاطات الأرضيات والجدران والسقوف، ولكي تتوضع البلاطة المنشأة من البيتون المسلح قدر الإمكان بدون تأثيرات تسبب اجهادات ولكي تستطيع أن تتشوه بحرية قدر الإمكان يجب أن تتوضع أسفل بلاطة الأرضية طبقة ملساء والتي تستند على طبقة نظافة، وفي العادة تتكون الطبقة الملساء من رقاقتين من البولي إيتلين بسماكة 0.3 mm والتي تتوضع على طبقة نظافة مستوية، يجب أن تكون لبلاطة الأرضية المنشأة من البيتون المسلح العازل للماء سماكة على الأقل 30 cm والأطوال الجانبية يجب ألا تتجاوز النسبة 1:1,5 قدر الإمكان ويجب ألا تتجاوز الأطوال الجانبية الأعظمية - بدون تدابير خاصة - تقريباً 30 m، وعندما تحتوي بلاطة الأرضية على فواصل تمدد وفواصل عمل يجب أن تنفذ هذه الفواصل في الأجزاء الإنشائية الظاهرة.

يجب أن يكون للجدران في المنشآت البيتونية العازلة للماء سماكة لا تقل عن 30cm بحيث أن الأنبوب وخرطوم الضخ يدخل بدون مشاكل بين كلتا شبكتي التسليح قبل مرحلة صب البيتون وبحيث أن البيتون يمكن أن يصب ويرص (يرج) على شكل طبقات .

عزل الفواصل

يميّز المرء بين فواصل العمل وفواصل الحركة وفواصل ظاهرية، حيث أن فواصل العمل تفصل بين جزأين من المنشآت أو جزأين بيتونيين، فيما تمكّن فواصل الحركة من حركة الأجزاء الإنشائية المتجاورة، ويجب أن تمنع الفواصل الاصطناعية الظاهرية تكوّن الشقوق الكبيرة وكل ما ينتج عنها.

لكي تتم السيطرة على الشقوق في الجدران والتـــي تظهر نتيجة لعدم السماح بالحركة، أي التـــي لا تمرر المياه يتم تقسيم أجزاء الجدار من خلال فواصل العمل أو في حالة أجزاء الجدار الطويلة من خلال الفواصل الظاهرية أو من خلال مناطق الانهيار الإلزامية.

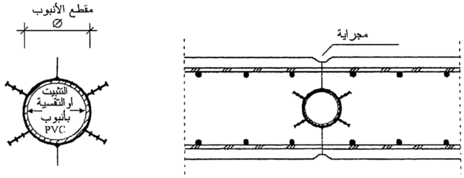
عادة يتم إنشاء بلاطات الأرضيات والجدران بخطوتين منفصلتين ، أي يجب إنشاء فاصل عمل بين كلي الجزأين.

في حالة سماكات الجدارن العادية بين 30cm و60 cm يجب أن نضع فواصل العمل أو الفواصل الظاهرية بفاصل يتراوح بين 4m إلى 6m وتم توضيح مثال لكيفية صنع الفواصل الاصطناعية الظاهرة في الجدران في الشكل (7-79).

وهذا التشكيل للفواصل هو:

- من جهة إضعاف للمقطع والذي يحرض على تشكل الشقوق في هذه المواقع،
- من جهة أخرى هي تكتيم للشق المتكون في الجدار المتعرض للحمولات من ضغط الماء.

لتكتيم فواصل العمل والحركة يمكن أن تستخدم جوانات تكتيم للفواصل متوضعة على الوجه الداخلي والخارجي، ونميز بين أنواع الجوانات العازلة من البلاستيك الحراري والبلاستيك المرن وكذلك خلائط من كلا النوعين من البلاستيك. وتملك الجوانات العازلة للفواصل من PVC الحراري والمواد المضافة لإعطاء الطراوة اللازمة متانة كافية ضد التشقق، وقساوة نسبية واتساعاً للشقوق.



الشكل 79.7: صنع فاصل ظاهري في جدار بيتونـــي عازل للماء (قطر أنبوب التكتيم 88 mm لسماكة الجدار ≥ 30cm و175mm لسماكة جدار تتراوح بين 31cm و50 cm)

هذه الجوانات من PVC هي الأكثر استخداماً وتنخفض مقاومتها للتشقق وقساوتها النسبية مع تزايد درجة الحرارة، بينما يزداد اتساع الشقوق مع ارتفاع درجة الحرارة وتصنع الجوانات من PVC بشكل خاص لكي تقاوم الزيت والبيتومين ويمكن أن تلحم الجوانات الحرارية مع بعضها بعضا من خلال اللحام.

تتكون الجوانات من البلاستيك المرن من المطاط الاصطناعي عادة من Styrol-Butadiene rubber (SBR) مطاط الستايرين والبيوتادين، وتتميز أيضا بمرونتها المرتفعة في درجات الحرارة المنخفضة ويمكن أن تجمع هذه الجوانات مع بعضها من خلال المعالجة الحرارية والكيميائية.

وتستخدم جوانات (فواصل تمدد) أيضاً من جمع المطاط الآزوتـــي وPVC وهذه الجوانات قابلة للحام وتوحد بسهولة مزايا جوانات الـــ PVC والبلاستيك المرن. تتكون جوانات تكتيم فواصل العمل (فواصل العمل) من أجزاء عازلة من كلتـــي الجهتين، بينما تتكون جوانات تكتيم فواصل التمدد (فواصل التمدد) من أجزاء الكتامة من كلتا الجهتين وبينهما جزء التمدد ونميز كمبادئ للتكتيم الآتـــي الشكل (7-80):

- *مبدأ الضغط*

في مبدأ الضغط يتم التوصل إلى التكتيم من خلال إدخال جوان الفصل في البيتون المحيط بالضغط، لذلك يكون ضروريا تأمين حركة كلا الجزأين الإنشائيين أو ضرورة تأمين ضغط للماء.

- *مبدأ الدفن (الطمر)*

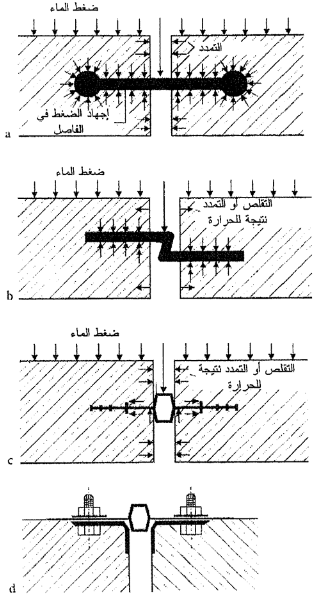
في مبدأ الدفن يتم دفن جزء الكتامة للجوان الفاصل في البيتون بحيث أنه ينشأ تماسك بين البيتون وكتامة الفاصل، ويكون هذا المبدأ فعّالا في حالة الصفائح الفاصلة، حيث أن صفائح الفاصل تستخدم فقط استنادا لمبدأ التكتيم لفواصل العمل والتـــي فيها لا توجد أية حركة عملياً.

- *مبدأ لابرنس*

في مبدأ لابرنس يرجع التكتيم إلى إخماد ضغط الماء من خلال طريق ملتو وطويل للماء مع تغيرات متعددة للاتجاه.

- *مبدأ الفلنجات*

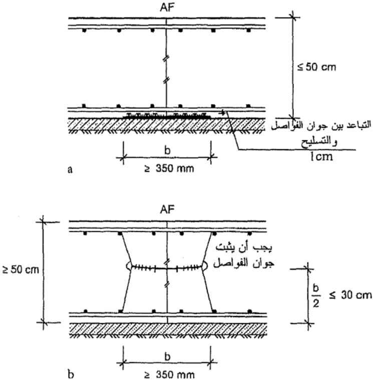
في مبدأ الفلنجات يتم ضغط أو تثبيت جوانات الفاصل بشكل لاحق مع الفلنجة الثابتة أو المسند المناسب الآخر وتعطي الفلنجة المشدودة الضغط المطلوب.



الشكل 80.7: رسم توضيحي لمبادئ التكتيم (العزل) المختلفة.
a) مبدأ الضغط، b) مبدأ الدفن، c) مبدأ لابرنش، d) مبدأ الفلنجات

توجد إمكانية أخرى لتكتيم فواصل العمل حيث يتم بوساطتها حقن مادة عازلة للماء عبر خراطيم الحقن في وقت لاحق لتصنيع الفاصل، وتناسب الجوانات الطرية لتكتيم فواصل العمل فقط في المباني والتي توجد في الماء بشكل دائم باعتبار أنه من خلال التجفاف والإشباع بالماء المتكرر تنخفض طراوة الجوان وبالتالي ينخفض تأثير التكتيم.

يبيّن الشكل (7-81) إمكانيات تكتيم فاصل عمل، ولتكتيم فاصل عمل ما في بلاطة أرضية منشأة من البيتون المسلح يمكن مثلا استخدام الكتامات الموجودة في الشكل (7-82)، ويبين الشكل (7-83) تكتيم فجوة عمل في منطقة الانتقال من بلاطة الأرضية إلى الجدار، وتبين الأشكال (7-84 و7-85) عملية ربط جوانات تكتيم فواصل العمل في بلاطة الأرضية مع جوان فاصل العمل في الجدار وفي منطقة الانتقال من بلاطة الأرضية والجدار.

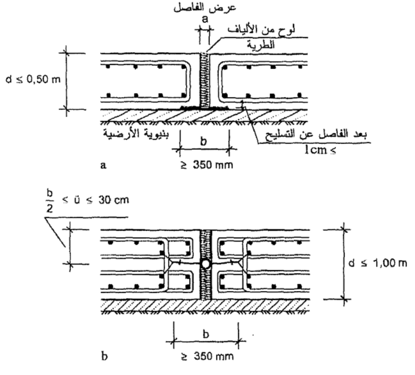


الشكل 81.7: تكتيم فاصل عمل في صفيحة أرضية بلفافة خارجية ووسطية
a) لفافة خارجية b) لفافة وسطية

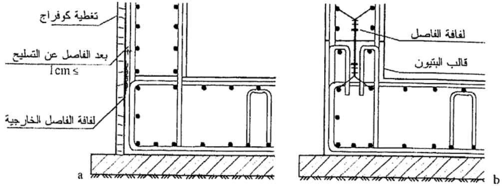
توجد إمكانية أخرى لتكتيم فواصل العمل حيث يتم بوساطتها حقن مادة عازلة للماء

عبر خراطيم الحقن في وقت لاحق لتصنيع الفاصل، وتناسب الجوانات الطرية لتكتيم فواصل العمل فقط في المباني والتي توجد في الماء بشكل دائم باعتبار أنه من خلال التجفاف والإشباع بالماء المتكرر تنخفض طراوة الجوان وبالتالي ينخفض تأثير التكتيم.

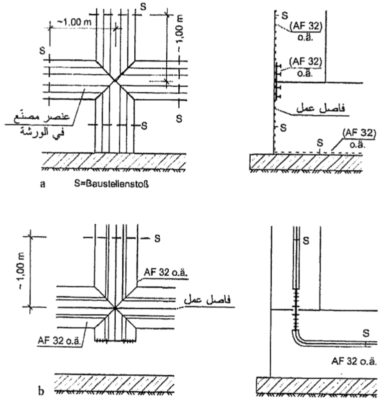
يبيّن الشكل (7-81) إمكانيات تكتيم فاصل عمل، ولتكتيم فاصل عمل ما في بلاطة أرضية منشأة من البيتون المسلح يمكن مثلاً استخدام الكتامات الموجودة في الشكل (7-82)، ويبين الشكل (7-83) تكتيم فجوة عمل في منطقة الانتقال من بلاطة الأرضية إلى الجدار، وتبين الأشكال (7-84 و7-85) عملية ربط جوانات تكتيم فواصل العمل في بلاطة الأرضية مع جوان فاصل العمل في الجدار وفي منطقة الانتقال من بلاطة الأرضية والجدار.



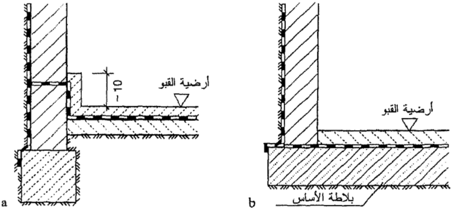
الشكل 82.7: تكتيم فاصل تمدد في بلاطة أرضية مع جوان فاصل متوضع على الوجه الخارجي أو في الوسط. a) جوان فاصل متوضع على الوجه الخارجي. b) جوان فاصل متوضع في الوسط



الشكل 83.7: تكتيم فاصل عمل في منطقة الانتقال من بلاطة الأرضية إلى الجدار بجوان فاصل متوضع على الوجه الخارجي وفي الوسط. a) جوان فاصل متوضع على الوجه الخارجي. b) جوان فاصل متوضع في الوسط



الشكل 84.7: ربط جوان فاصل العمل لقاع من البيتون المسلح مع جوان فاصل العمل الأفقي بين البلاطة الأرضية والجدار إلى جوان فاصل العمل الرأسي في الجدار – في منطقة فاصل التمدد يتم تعويض جوان فاصل العمل بجوان فاصل التمدد (حسب TRICOSAL, 1998). a) جوان فاصل متوضع على الوجه الخارجي b) جوان فاصل متوضع في الوسط



الشكل 85.7: العزل في الأقبية. a) أساسات مستمرة b) بلاطات تأسيس.

أنواع العزل القشرية (السطحية)

في سلسلة الكود DIN18195 "عزل المنشآت" وردت أنواع العزل القشرية المتوضعة على السطح الخارجي، بحيث يتم التمييز بينها من وجهة نظر الحمولات المختلفة من الماء، لحالة أقبية المنازل المحمية من الفيضان، يستخدم الجزء 6 من DIN18195 "عزل المنشآت" العزل (المقاومة) لضغط الماء من الخارج، التصميم والتنفيذ. وتم ذكر مواد العزل الآتية المقاومة لضغوط الماء في DIN18195:

- لفائف البيتومين ولفائف لحام البيتومين،
- لفائف العزل – البلاستيك – البيتومين،
- لفائف الـ Polyiso butylen (PIB)،
- لفائف البيتومين من النوع Ethylen Copolymerisizede (ECB)،
- لفائف – طرية – من النوع Polychlorethen (PVC كان يسمى سابقاً Polyvinychlorid)،
- جوانات معدنية.

يتم حالياً تحديد سلسلة الكود DIN18195 وسيتم ظهور طبعة جديدة منه.

متطلبات DIN18195 الجزء 6

يجب أن توفر طبقة العزل ضد ضغط الماء حماية المنشأ من الضغط الهيدروستاتيكي، ويجب

أن تتوضع هذه الكتامة في جهة المنشأة المواجهة للماء، كما ويجب أن تغطي الشقوق المتواجدة في جسم المنشأة، وفي نفس الوقت يجب التأكد أن عرض الشقوق لا يزيد عن 0.5 mm في لحظة العزل ولا يسمح لها أن تصبح في الحالة الأعظمية أكبر من 5 mm، ويمكن أن ينشأ جسم المنشأة من البيتون أو الحجارة والذي يصمم لتحمل القوى المؤثرة أفقياً ورأسيا، كما ويمكن أن تصنع طبقة العزل من خلال لفائف طبقة العزل الآتية:

- لفائف البيتومين العارية (غير مطلية)،
- لفائف البيتومين العارية بجوانات معدنية،
- لفائف تمدد – بيتومين،
- لفائف -PIB ولفائف بيتومين عارية،
- لفائف طرية من PVC ولفائف بيتومين عارية،
- لفائف -ECB ولفائف بيتومين عارية،

الجدول 12.7: عدد الطبقات ونوع الحشوات عند العزل ولفائف اللحام بالبيتومين حسب DIN18195 الجزء 6

عمق الانغماس [m]	حمولة الضغط الأعظمية المسموحة $[MN/m^2]$	عدد الطبقات الأصغري ونوع الحشوات للفائف اللحام بالبيتومين
حتى 4		طبقتان – حشوة نسيجية
بين 4 و9	في حالة الحشوات من نسيج الجوت 1.0	ثلاث طبقات – حشوة نسيجية
		طبقة واحدة – حشوة نسيجية + حشوة شريطية من النحاس
فوق 9	في حالة الحشوات من النسيج الزجاجي 0,8	حشوتان نسيجية + حشوة شريطية من النحاس

ويجب أن تتصل الطبقات مع بعضها بتراكب جيّد عند كل مناطق الاتصال حسب مستوى التقنية المتوفرة، وطرق التطبق هي:

- طريقة الدهان بالفرشاة،
- طريقة الصب،
- طريقة الصب والدحي،

- طريقة اللهب،

- طريقة اللحام.

يبين الشكل (7-85) عزل المنطقة الانتقالية من بلاطة الأرضيات إلى الجدار لحالة التأسيس على أساسات شريطية وتأسيس حصيرة برقائق عزل على السطح الخارجي.

ولقد أعطيت في DIN18195 الجزء 6 طبقات العزل بالعلاقة مع أعماق الانغماس أو الدخول، وعلاوة على ذلك يتضمن هذا الجزء حمولات الضغط المسموحة والكميات الدنيا للطبقات اللاصقة انظر الجدول (7-12).

في الأجزاء 8 و9 من DIN18195 تم وصف الكتامات خلال فواصل الحركة وعمق الاختراق والمناطق الانتقالية والنهايات.

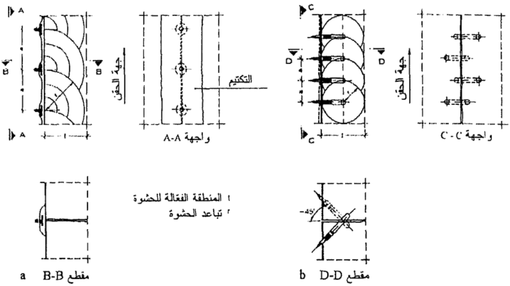
العزل اللاحق لمناطق الترطيب

يمكن أن تعزل بشكل لاحق المناطق النفوذة بواسطة الحقن، لذلك تستخدم حشوات لاحقة وحسب عرض ورطوبة وحركة الشق وغيرها يتم ضغط غراء إسمنتـــي أومعلق إسمنتـــي أو أنواع من البولي أيبتلين وبالتالي يتم تحقيق عاز ليتها، وتمثل التعليمات DAFStb -"حماية وإصلاح المنشآت البيتونية" أساساً هاماً لهذا العمل، والشكل (7-86) يوضح ترتيب وإنشاء الحشوات اللاصقة وحشوات السبور.

3.8.1.7 تدابير الحماية من الماء السطحي

يرتبط الفيضان بأضرار عندما تلحق حوادث الغمر الناتجة أضراراً بشرية واقتصادية (انظر أيضاً الفصل التاسع 9)، وعندما تدخل مياه الصرف والمواد المحتواة فيها والمواد الضارة والمياه السطحية الملوثة إلى المناطق المستثمرة (مبانـــي مثلاً) تنشأ الأضرار ليس من خلال التبلل والرطوبة فحسب إنما من خلال التلوث والاتساخ.

على سبيل المثال يحمى أحد المبانـــي بشكل أمثل من خلال عزل الفتحات الموجودة في جسم المنشأة من الماء السطحي الداخل، بهذا الشكل يمكن تجنب أضرار الفيضان، ولقد شرح تدابير الحماية الممكنة ضد المياه الجوفية الناشئة (ماء الصرف) سابقاً في الفقرة 7-1-6.



مبدأ الاستخدام: مناطق هامة للمحيط المتشقق يجب أن تكون دوماً قابلة للتبلل من مناطق الإملاء.

*) يجب ألا يسمح بتجاوز المسافة r في كلتـــي الحالتين إلا بشكل بسيط، ولا ينقص عنه إلا بقيمة تتراوح بين 10-15% ، في مناطق التأثير التـــي تتجاوز 60cm.

**) جهة الحقن: من الأسفل إلى الأعلى، استخدام وصلات الإملاء بالتتالي ولا سيما بعد خروج ملاط الإملاء من عملية الحقن السابقة.

الشكل 86.7: وضع اللصق وحشوات السبور (من ZTV – الشق 93)

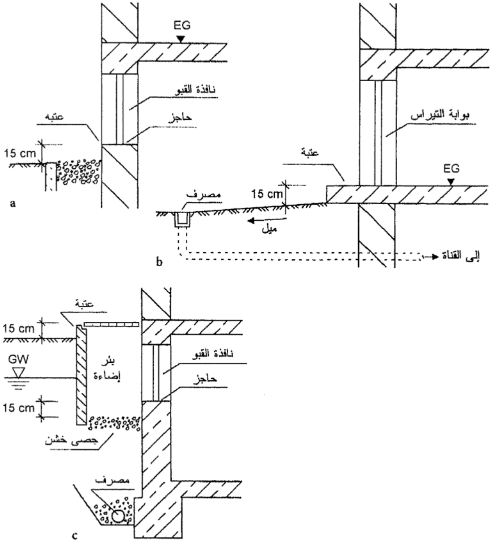
a) تثبيت على سطح الجزء الإنشائي. b) تثبيت في ثقوب السبور (حشوات السبور)

العتبات

يمكن أن يعاق أول دخول للماء السطحي من خلال العتبات المرتفعة عند فتحات المبانـــي الواقعة على مستوى الأرض، بحيث يمكننا كسب الوقت لاتخاذ إجراءات حماية أخرى في حالة الفيضان، وتقدم العتبات بنفس الوقت إمكانية تثبيت مستقرة للعناصر الجدارية أو المنشآت الأخرى، وتم في الشكل (7-87) توضيح أمثلة بحيث يكون إنشاء العتبات فعالاً عن طريق بعض الأمثلة.

في حالة حجرة المنور الموضح في الشكل (c 87-7)، والحاوي على نافذة في القبو يمكن أن تؤدي مناسيب المياه الجوفية المرتفعة والمياه السطحية إلى غمر القبو، ويمكن أن يدخل ماء الغمر إلى حجرة المنور إما من الجريان السطحي أو من الجريان من خلال جسم التربة من الأسفل، وعلى الغالب يحدث هذا حتـــى في الهطولات الشديدة عندما تتسرب المياه بالقرب

من البئر أو من خلال التخطيط السيئ لتصريف العقار (حديقة المنـــزل) الذي يوجد فيه المبنـــى، وتكون البارميترات المؤثرة الأساسية والتـــي يجب أن تراعى في مثل هذه الحالات هي الجريان السطحي القادم والجوفي ومعامل نفاذية التربة للماء K_f وظروف الميل بالعلاقة مع تصريف العقار ومقدرة نظام الصرف وعزل حجرة المنور. ويكون وجود نافذة القبو الموضحة في الشكل (c 87-7) غير المناسب في المناطق المهددة بالفيضان.



الشكل 87.7: تحقيق الأمان لفتحات المبانـــي من خلال العتبات

a) حاجز النافذة b) تيراس c) حجرة منور

إغلاق فتحات الأبواب والنوافذ

تم في الأشكال (7-88) و(7-89) على سبيل المثال توضيح كيف يمكن أن يتم عزل فتحات الأبواب ضد المياه السطحية الداخلة، وتتكون المنشآت عادة من عناصر جدارية (الألواح، البلاطات) من الألمنيوم وصفائح الفولاذ أو الخشب والتـــي تجلب إلى أمام الفتحة المراد إغلاقها، ويكمن التمييز في كيفية التثبيت والعزل.

ولتثبيت العناصر الجدارية توجد غالباً مقاطع على شكل u من الألمنيوم أو سكك من الفولاذ محمية ضد الصدأ من خلال الدهان والتـــي يمكن أن تتوضع على جانب الفتحة التـــي ستوضع فيها العناصر (الشكل 7-88) ولكي تكون المنشأة بكاملها ثابتة بشكل كاف يجب أن تكون أقسامها الجانبية مستقرة تماماً، وعندما لا تكون العناصر الجدارية متوفرة لأسباب تتعلق بحجمها نستطيع أن نستعيض عنها بالعوارض السدية.

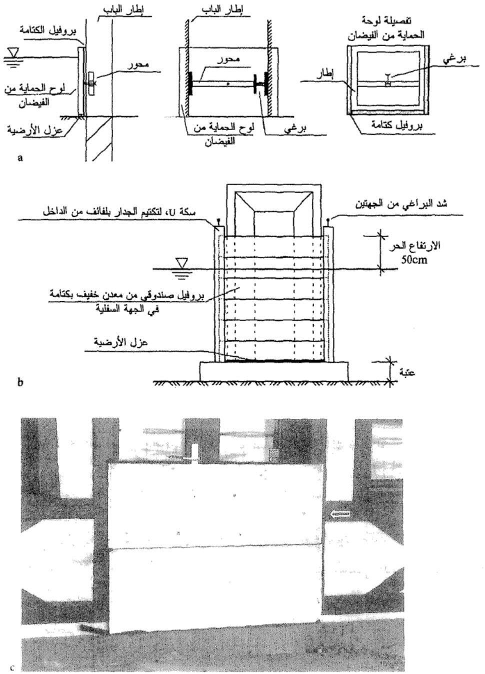
وتصنع العوارض السدية بشكل مفضل من الألمنيوم وتستطيع أن تقوم بنفس المهمة مثل الألواح الجدارية التـــي سبق ذكرها عندما تتوضع فوق بعضها البعض، ويبين الشكل (7-90) على سبيل المثال كراج في قبو أحد الأبنية والذي تمت حمايته من دخول المياه السطحية بوساطة العوارض السدية.

وتؤمن غالباً عناصر عزل مطاطية لعزل الفواصل والتـــي تتوضع حسب الفاصل وتثبت على العناصر نفسها بشكل إضافي كحشوة مثلاً.

ولعزل فتحات الأبنية لا توجد حدود تصميمية كما يوضح الشكل (7-91) بشكل جلي، حيث يتم التوصل إلى عزل كامل واجهة مبنـــى برقاقة نايلون معلقة تثبت على أرضية الشارع بوساطة أكياس الرمل كأثقال ويجب أن تغلق فتحات المبنـــى المتوضعة خلف الرقاقة أيضا قبل ذلك بعناصر جدارية، بحيث يمكن أن تتأمن حماية الرقاقة المتعرضة لضغط الماء من خلال هذه العناصر.

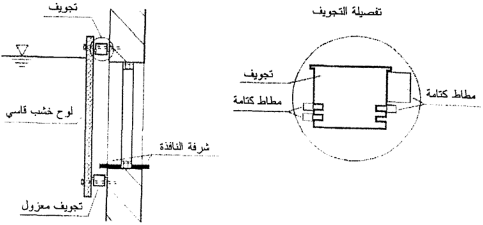
إغلاق معابر الأنابيب

إلى جانب فتحات البوابات والأبواب يوجد عدد كبير من المعابر (الخلوات) في الجدران الخارجية للمبنـــى والتـــي نحتاجها لتأمين تجهيزات الإمداد والتصريف (على سبيل المثال لأنابيب تأمين المياه وأنابيب الصرف الصحي ولفائف التوصيل الكهربائي).

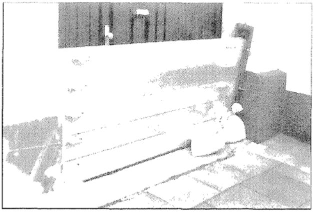


الشكل 88.7: عزل فتحة الباب.

a) سدادة الباب بدون سكك تثبيت، b) بسكك تثبيت، c) عزل فتحة الباب بمساعدة لوحة منــزلقة



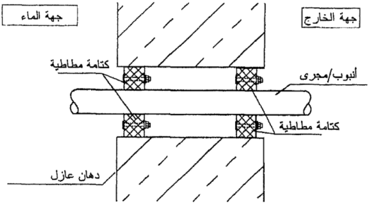
الشكل 89.7: عزل فتحة النافذة من خلال عنصر جداري (على سبيل المثال لوح خشبـــي قاسي)



الشكل 90.7: حماية مدخل البوابة بمنظومة عوارض سدية

الشكل 91.7: طريقة عزل غير معهودة لواجهة مبنـــى من خلال رقاقة بلاستيك وأكياس الرمل

لكي نمنع إمكانية دخول المياه السطحية من خلال مثل هذه الفتحات إلى أحد المباني يجب أن تحمى هذه الفتحات من مياه الفيضان، ولذلك تزود على سبيل المثال المعابر الأنبوبية بعوازل مطاطية، تثبّت ببراغ ظاهرة إلى الأنابيب وبالتالي يتم من خلالها منع دخول الماء الشكل (7-92).



الشكل 92.7: عزل الأنابيب (معابر الأنابيب)

عزل الفتحات الأفقية

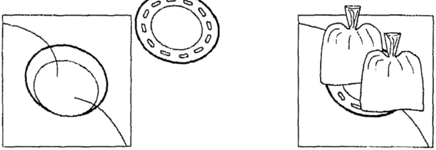
لكي نمنع خروج الماء المضغوط من منظومة الصرف الصحي يجب أن يتم عزل غطاء قنواتها وغرف التفتيش فيها، لذلك يتم انتزاع الغطاء وتغطية الفتحة برقاقة بلاستيكية وفي النهاية يعاد إغلاق الفتحة بالغطاء وتضاف أثقال إليه من خلال وضع أكياس الرمل فوقه، حيث يتم من خلال ضغط الماء المؤثر من الأسفل ضغط الرقاقة إلى الشقوق والفواصل وبذلك تصبح عازلة، الشكل (7-93).

4.8.1.7 التدابير الاحتياطية ضد الفيضان في الأبنية

في المناطق المهددة بالفيضان تكون المحافظة على الإمداد بالمياه والصرف الصحي للمباني هي شرط استمرار استخدام هذه الخدمات في حالة الفيضان.

ولكي نتمكن من دخول المبنى في حالة الفيضان يجب أن ينشأ على سبيل المثال في غرفة الدرج سلم اضطراري آخر حيث يمكن لجميع سكان المبنى استخدامه، وهناك يمكن

أن تتوضع قوارب أو أن ينشأ مدخل على جسور، وتكون هذه التدابير فعالة بشكل خاص عندما لا تستطيع ضمان الدخول إلى المبنـــى على أرض جافة نظراً لوقوعه على المجرى المائي.



الشكل 93.7: عزل غطاء غرفة تفتيش من خلال رقاقة بلاستيكية وأكياس رمل (حسب BÜRGER INITIATIVE HOCHWASSER, 1998 B)

يجب أن تخطط التجهيزات الأساسية (على سبيل المثال إمدادات مياه الشرب والتيار الكهربائي والغاز ومنشآت التدفئة والتليفون ومآخذ الكهرباء وسيفونات المراحيض وخزانات الوقود)، بحيث أن عمل التجهيزات المنـــزلية (مثلاً المصعد والإضاءة الخارجية وأبواب الكراج) يكون أيضاً ممكناً في الفيضان ولا تنشأ أية أخطار منها، يمكن أن توضع مثل هذه التدابير في إطار الشروط العامة لقانون تنظيم البناء أو من خلال كودات بتفويض من جهات السلطات (الفقرة 11-1-3).

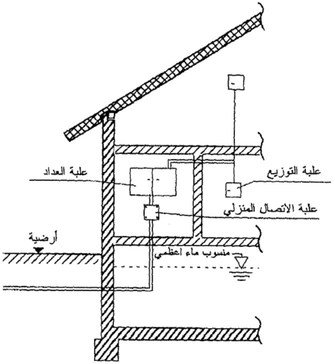
ولإطلاع السكان نشرت المقاطعات الاتحادية أيضاً نشرات أمان ونصائح يجد فيها القاطنون حول المجاري المائية إرشادات عن كيفية تمكنهم من حماية أنفسهم في المناطق المهددة بالفيضان، ومعلومات شاملة يمكن أن نراها مثلاً في: MURL NRW, 199b, MINISTERIUM FÜR UMWELT UND FORSTEN, 1998, GEBAÜDEVERSICHERUNG BADEN - WÜRTENBERG, 1997. BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTebAU, 1996. ويحتوي على سبيل المثال كراس معلومات لمنطقة هيسن تعليمات وإرشادات لتأمين خزانات التدفئة (HESSISCHES MINSTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRT- SCHAFT UND FORSTEN, 1999) تساهم مثل هذه الكراسات

في خلق إحساس مرهف لدى السكان ويمكن أن تعطي دفعات هامة للتأمين الذاتـــي للسكان.

ويتبع على سبيل المثال بعض الاقتراحات لتخطيط منشآت التأمين بالتيار الكهربائي وكذلك لشبكات تصريف العقارات.

تأمين التيار الكهربائي

تتأثر شبكة التيار الكهربائي لمبنـــى ما بحساسية كبيرة بالرطوبة ويمكن أن تكون مصدر خطر للأشخاص الذين يتعاملون معها (HUDASCH, 1995, HARREINER, 1996)، في أحد المبانـــي المهدد بالفيضان يجب أن توضع نقاط اتصال المبنـــى بمثل هذه الشبكة وعلبة توزيعها بحيث لا يصلها ماء الفيضان، ويجب أن يؤخذ بالاعتبار ماء الرش أو الرذاذ (الشكل 94-7).



الشكل 94.7: تأمين التيار الكهربائي المحمي من الفيضان لأحد المباني

يجب أن يتم تحقيق أمان منفصل لدارات التيار الكهربائي في المناطق المهددة بالفيضان لمبنـــى ما بحيث أنه يمكن تشغيلها أثناء الفيضان جزئياً بدون إجهاد، ويجب أن تتوضع المآخذ الكهربائية من هذا النوع بحيث أنها تجتاز الفيضان بدون أضرار.

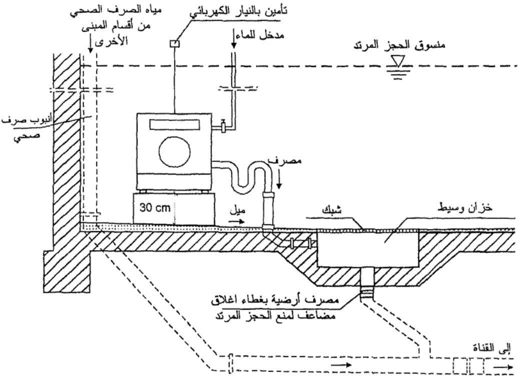
تصريف المبانـــي والعقارات

لقد وضعت قواعد جر مياه الصرف الصحي في الأبنية والعقارات في الـــ DIN1986 (انظر أيضاً HEINRICHS et al. 1995)، ويكون تصريف العقارات والأبنية أثناء الفيضان مشكلة كبيرة (انظر أيضاً الفقرة 7-1-7) ويجب من جهة منع دخول الماء إلى الأبنية من خلال منظومة الصرف الصحي وأنابيب الوصل غير أنه من جهة أخرى يجب جر مياه الصرف الصحي الناتجة من هذه الأبنية (MEYER, 1997).

يكون منسوب الحجز المرتد ذا أهمية خاصة لتصريف العقارات ويحدد هذا المنسوب لتصريف العقارات عادة من السلطات المحلية (انظر DIN 1986 الجزء 1) وعندما لا يتوفر مثل هذا التحديد يمكن اعتبار ارتفاع الحافة العليا للشارع فوق نقطة الاتصال لمصرف العقار كمنسوب حجز مرتد، غير أنه في المناطق المغمورة يكون هذا غير كاف باعتبار أنه في هذه الحالة يقع منسوب الماء أعلى من ذلك المستوى.

عندما يتسنـــى للمياه السطحية الولوج إلى منظومة الصرف الصحي من خلال النقاط غير الكتيمة والمداخل الأخرى ينشأ في الأنابيب ضغط زائد، وهذا يؤثر على كل أجزاء المنشآت الموجودة في منظومة الصرف الصحي وصرف العقارات (مثلا أغطية غرف التفتيش، فتحات التنظيف، بوابات الحجز المرتد (انظر DIN 1986 الجزء 1) ويمكن أن يؤدي في المواقع غير المؤمنة في المبنـــى إلى خروج للماء، ومن الضروري في المناطق المهددة بالغمر أن نضع ونثبت منسوب الفيضان التصميمي كمستوى للحجز المرتد (مثلاً قيمة إضافية للأمان).

في الفقرات الآتية يجب أن توضح مشكلة تصريف العقار أثناء الفيضان، على سبيل المثال في إحدى غرف القبو التـــي توجد فيها غسالة، يجب أن تصرف مياه المطر ومياه الصرف الصحي الناجمة عن الطوابق العلوية من المبنـــى، حيث ينقل هذا الماء من خلال خطوط سقوط إلى مناطق الأقبية ومن هناك تصرف بواسطة خطوط وصل إلى منظومة الصرف الصحي العامة (الشكل 7-95).



الشكل 95.7: مثال لصرف العقارات (هنا: مثال لغرفة قبو أسفل مستوى الحجز المرتد)

يجب أن ننبه بأنه في حالة خطوط جر الماء من خطوط الوصل وأنابيب السقوط وأنابيب التجميع لمياه الصرف الصحي وكذلك أي ماء ملوث لا يسمح بصرف ماء المطر وأنه في أنابيب تجميع الهطول لا يسمح بصرف مياه الصرف التجميعية، وفي الطريقة المختلطة يسمح بصرف الماء المطري والملوث مجتمعين فقط في الخطوط الأساسية أو الخطوط التجميعية (انظر DIN1986 الجزء الأول).

يقع قاع القبو في المثال أسفل منسوب الحجز المرتد أو التخزين، ويتم الانطلاق من أن غرفة القبو محمية من دخول المياه السطحية والجوفية (على سبيل المثال من خلال التأسيس بشكل الحوض الأبيض - انظر الفقرة 7-1-8).

تتوضع الغسالة على مصطبة بيتونية، وباعتبار أنه لم يتم التمكن من الجزم بأنه لا يتسرب أي ماء إلى غرفة القبو المهددة بالفيضان لذلك يتم من خلال هذه المصطبة ضمان بقاء الغسالة بعيدة عن الماء عند كل غمر صغير وأرضية القبو نفسها لها ميل إلى بئر أرضي مع تحويلة

فائض إلى منظومة الصرف الصحي.

عندما يدخل الفيضان إلى منظومة الصرف الصحي تمتلئ خطوط الأنابيب لشبكة تصريف المبنـــى حسب ظروف الضغط، وتنتج للمثال الموضح في الشكل (7-95) الظواهر الآتية:

- *بالنسبة لغرف القبو*

باعتبار أن مستوى الحجز المرتد أو التخزين يقع فوق قاع القبو يمكن أن يصل الماء من خلال منظومة الصرف الصحي وشبكة تصريف العقارات والفائض المحول من الأرضيات إلى غرفة القبو.

- *بالنسبة لخطوط أنابيب السقوط*

يرتفع الماء في خطوط أنابيب السقوط حتـــى مستوى الحجز المرتد أو التخزين، وتفيض خطوط أنابيب السقوط من مستوى أعلى من مستوى الحجز وذلك من خلال ماء الصرف السطحي الناجم عن استخدام المبنـــى وماء الهطول من تصريف الأسطح، وبذلك يمكن أن يحدث خروج ماء غير منتظر في نهايات الأنابيب غير الأمينة أو النقاط الضعيفة في مرافق المبنـــى.

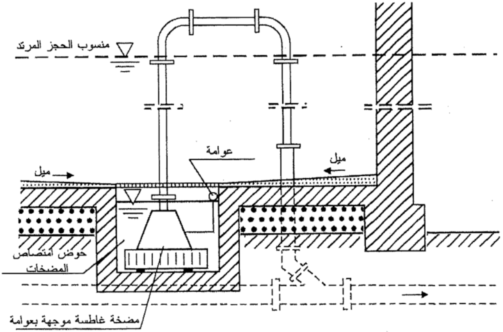
يمنع دخول ماء الصرف الصحي إلى شبكة تصريف العقارات في مثالنا من خلال سدادة إغلاق مضاعفة لمنع دخول الماء إلى القبو، وتغلق هذه السدادة أوتوماتيكياً أثناء الحجز المرتد في منظومة الصرف الصحي من خلال تأثير ضغط الماء الناشئ، وكحماية إضافية يزود أيضاً مصرف الأرضية بهذه الآلية لمنع دخول الماء إلى القبو (انظر الشكل 7-95). ولمعرفة أكثر لسدادات حجز المياه – انظر DIN 19578 الجزء 1 و2 وDIN 1986 الجزء 32.

عندما تكون سدادات الحجز المرتد مغلقة لا يمكن أن تدخل أية مياه من خلال شبكة الصرف الصحي (ويجب إما أن تجمع مياه الصرف الصحي الناتجة من استخدام المبنـــى ومياه الهطول في خزانات ملائمة أو يجب أن تضخ خارجاً إلى شبكة الصرف الصحي عند بلوغها مستوى أعلى من مستوى الحجز المرتد).

في هذه الحالة الأخيرة تجمع المياه في حوض امتصاص للمضخات ومن هناك تضخ بالاستعانة بمنشآت رفع مياه الصرف الصحي (انظر مثلاً MEYER, 1997) من فوق مستوى الحجز المرتد إلى منظومة الصرف الصحي (الشكل 7-96). تحتاج منشآت رفع مياه الصرف

الصحي المستخدمة لهذه الغاية إلى رخصة إشراف على الإنشاء من معهد فاحص معترف به، ولمعرفة أدق وأقرب عن منشآت رفع مياه الصرف الصحي انظر DIN 1986 الجزء 31 وDIN 19760 وDIN 19761 وDIN 19762.

وشرط جر مياه الصرف الصحي من مبنـــى ما هو بالتأكيد أن تكون منظومة الصرف الصحي قادرة إلى ذلك الوقت على استيعاب هذه المياه وصرفها بشكل منظم (حسب الأصول)، ويمكن أن تنشأ نفس المشكلة بالنسبة لشبكة الصرف الصحي كما هي الحال بالنسبة لشبكة تصريف المبنـــى ، فعندما تكون إمكانية تصريف الفائض إلى الجدول المائي غير متوفرة بسبب الفيضان واستنفذت كل إمكانيات التخزين في شبكة التصريف يجب اللجوء عند ذلك إلى الضخ، وينطبق ذلك أيضا بالنتيجة على محطات المعالجة التـــي لم يعد جر المياه المعالجة فيها ممكنا إلى المجرى المائي بالميل الطبيعي في حالة الفيضان (انظر أيضاً الفقرة 7-1-7)، والمشكلة المرتبطة بهذا الخصوص هي القنوات الكثيرة غير العازلة والتـــي تدخل إليها المياه الجوفية والسطحية لا تستطيع مثل هذه الأجزاء من القنوات أخذ أي مياه في حالة الفيضان كما تحتاج إلى صيانة عاجلة (DOHMANN, 1998).



الشكل 96.7: مثال لمخطط تصميمي لحوض امتصاص مضخات لمنشآت رفع مياه الصرف الصحي

9.1.7 مراحل سير عملية التخطيط

تتطلب الحماية الإنشائية من الفيضان لأجزاء المدينة المزدحمة بالسكان والممتلكات جهود تخطيط باهظة ولا يتسع لها هذا الكتاب، ولكن يتم احتواء الإرشادات الآتية بشكل عام.

1.9.1.7 مراحل التخطيط

إن أساس كل تخطيط للحماية من الفيضان هو عملية تكوين الرأي في الهيئات السياسية وعقد الدراسة المبنـــي على ذلك، وأثناء التخطيط يمكن أن يتم سلوك نموذج الخطة الموضحة في الجدول (7-13).

وفي العادة يتم تدقيق خطوات التخطيط عدة مرات حتـــى يتم تخطيط نهائي مقبول (اختبار البدائل)، كما يتم تحسين التخطيط دوماً.

وغالباً تستخدم لذلك المصطلحات الآتية: التخطيط المسبق، التخطيط العام، التخطيط التقريبي، التخطيط التفصيلي، والتخطيط التنفيذي، وباعتبار أن تدابير الحماية من الفيضان عادة تهدف إلى تحسين المجاري المائية وتنظيمها حسب المادة 31 من قانون الموازنة المائية (whg)، يجب أن تنفذ طريقة التحقق من الخطة انظر الشكل (7-97)، ويكون اختبار مدى الملاءمة البيئية عند ذلك جزء من طريقة التحقق هذه.

تم شرح معظم مراحل التخطيط سابقاً في فقرات مستقلة، وهنا ينبغي فقط وضع بعض الملاحظات حول التكلفة وإدارة الخطر.

2.9.1.7 إدارة الخطر (الأزمات)

إن هدف إدارة الخطر (عملية إدارة الفيضان) هو الحد من الأضرار في الممتلكات والأشخاص ولذلك يتم أخذ كل التفاصيل المهمة أثناء إحدى حوادث الفيضان من السبب وحتـــى التدابير (انظر EGLI, 1996)

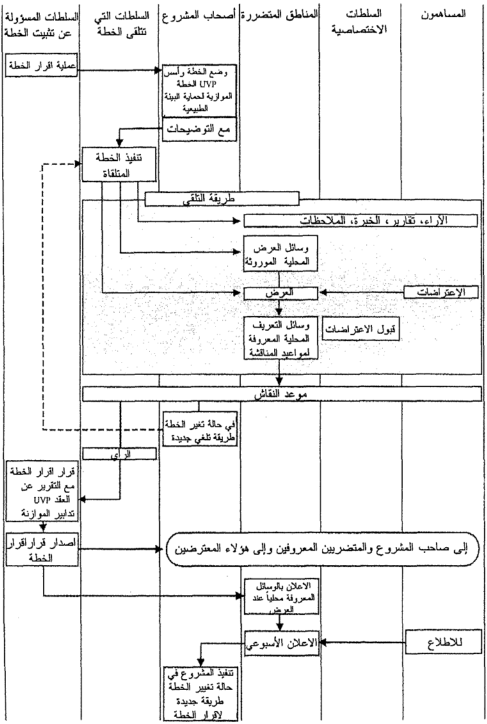
ويستند ذلك على كلتـــي المجموعتين الرئيستين: تحديد الخطر والسيطرة عليه (الشكل 7-98).

تحديد الخطر

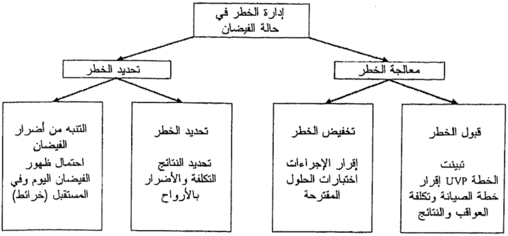
يضم تحديد الخطر التثبت من الأضرار الممكن أن تنشأ عن الفيضان (إمكانية إحداث الأضرار) وتحديد خطر الفيضان.

الجدول 13.7: مخطط سير مراحل التخطيط في الحماية من الفيضان (عموميات)

مرحلة التخطيط	الأعمال النموذجية (النمطية) هي
1. إيضاح المشيئة السياسية لتحسين الحماية من الفيضان	طلبات الهيئات السياسية (مجلس المدينة، مجلس الدائرة، برلمان المقاطعة)
2. التحقق من الحالة الموجودة (الواقع) (مرحلة ما قبل التخطيط)	*تحضير:* – بيانات المجاري المائية وسطح الأرض – منحنيات منسوب الماء والتصاريف *تحديد:* – مواقع الضعف – توافر المساحات حدود الغمر والمساحات المغمورة
3. تقييم الحماية من الفيضان في الواقع الحالي (الحالة الراهنة)	*تحديد ووصف:* – عدد مرات (تكرار) الفيضان – الأخطار
4. مشاورات إعلام السكان ومشاورات التنسيق	– إعلام السكان المتضررين – مساهمة اختصاصيين آخرين
5. الدراسة الأولية (التخطيط التقريبي، التخطيط العام، دراسة قابلة للتطبيق)	– لتثبت من بيانات التخطيط اللازمة – اختبار بيانات التخطيط المتوفرة – تحديد البيانات المفقودة – إدارة الأخطار – المقترحات الأولى لـ: – منسوب الفيضان التصميمي والتصريف التصميمي – مسار خط الحماية – تقدير التكلفة – استكمال أساس التخطيط – جمع الموافقات اللازمة – تحضير إمكانيات التخطيط المختلفة (اختبار الإمكانيات)
6. مناقشة تبادل المعلومات والتنسيق	– تبادل المعلومات ومناقشة التدابير المخطط لها مع المواطنين المتضررين – مساهمة المجالات الاختصاصية الأخرى
7. التخطيط التفصيلي لتدابير الحماية (الدراسة التفصيلية)	تخطيط الإجراءات المنفذة في إطار: – تأمين المنشآت – تأمين سير عمليات التأمين وتنظيمها – إدارة التدابير – تحديد التكلفة المفصلة – وضع خطة زمنية – اقتراحات للإجراءات في إدارة مناطق الفيضان والمساهمة في مثل هذه التدابير
8. تنفيذ طريقة إدارة القوانين الموجودة (السائدة)	– طريقة الموافقة على الخطة أو طريقة التحقق من الخطة (انظر أيضا الشكل 7-97 والفقرة 10)
9. التحقيق (التنفيذ)	– تنفيذ تدابير الحماية من الفيضان المخططة بعد القيام بأعمال التثبيت في تقرير التحقق من الخطة أو الموافقة على الخطة.



الشكل 97.7: المراحل المتبعة في طريقة التحقق من الخطة (حسب schneider,1996)



الشكل 98.7: مخطط يوضح إدارة الخطر لحالة الفيضان (حسب plate,1997)

وتكون أسباب نشوء فيضان ما ذات أهمية كبيرة أثناء تحديد حجم الأضرار، وبذلك تكون عملية تشكل الجريان هي العملية الحاسمة في هذا الأمر والبارامترات الهامة هي كمية الهطول ومدته ومساحة الحوض الساكب ومعامل الجريان السطحي (انظر الفقرة 3-2).

وحساب التصريف الأعظمي في موقع محدد على مسار أحد مجاري الأنهار (عادة عند مركز قياس) يكون مهمة تصميمية هامة في الهيدرولوجيا، وأساس مثل هذه الأفكار هي التصاريف المقاسة والطريقة الإحصائية المبينة عليها (على سبيل المثال تحليل القيم الحدية dyck and peschke,1995). وعندما لا تتوفر بيانات القياس الضرورية يتم الرجوع إلى النماذج الهيدرولوجية (نماذج الهطول – الجريان (نماذج n-a) ونماذج مناطق النهر – انظر مثلاً ihringer, 1996).

وتؤدي نتيجة الاختبارات إلى التثبت من Q ومناسيب الماء بالعلاقة مع فترة التكرار T والتـــي تسمى تكرار الفيضان بالسنوات (السنوي) ومعنـــى المصطلح السنوي هو مقدار التصريف Q_T الذي يمكن الوصول إليه أو تجاوزه خلال فترة T سنة ويكون احتمال التجاوز لهذا التصريف $1/T$. وهكذا يمثل الاختصار HQ_{100} تصريف الفيضان باحتمال تجاوز $P = 1/100 = 0.01$ وHQ_{50} احتمال تجاوز $P = 0.02$ في أية سنة.

وبعد أن يحدد الخطر يتم الانتقال إلى الخطوة الآتية وهي النتائج التـــي تنشأ من خلال تجاوز إحدى القيم الحدية ويتم جمع هذه النتائج تحت تعريف الخطر العام $RI(D)$ وتصلح له

العلاقة الآتية:

$$RI(D) = \int_{x_{crit}}^{\infty} k(x, D) \cdot f(x) \cdot dx \qquad (8.7)$$

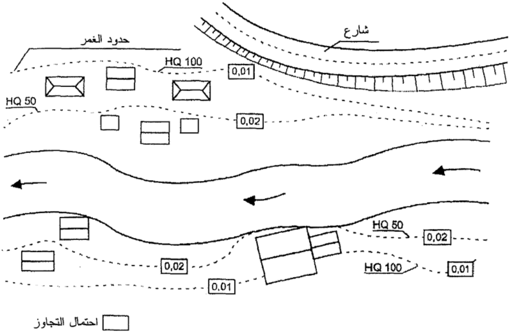
ويصف تابع النتائج $K(x, D)$ العلاقة بين الأضرار المنتظرة وتدابير التحسين الموصوفة من خلال D، في حال ظهور حادثة حدية $x \geq x_{crit}$، وتحدد القيمة x_{crit} من خلال التحسين المتخذ وتصف القيمة الحدية التـــي حتـــى عند بلوغها لا يظهر أي ضرر.

وتحديد الخطر العام RI حسب العلاقة (7-8) مكلف جداً باعتبار أن عدداً كبيراً من البيانات ضروري لذلك ولهذا السبب تحدد الأضرار الممكنة في التطبيق العملي غالباً عن طريق تقييم المشروع (انظر الفصل 9)، وفي النهاية تصاغ على هذا الأساس متطلبات من الحماية من الفيضان، وهذا يؤدي لتثبيت التكرار السنوي T الذي تحدد بناء عليه جميع تدابير الحماية، ويحتوي الجدول (7-14) الإرشادات الموضوعة استناداً إلى التكرارات الأكثر شيوعاً لبعض أنواع منشآت الحماية.

الجدول 14.7: التكرار T لمنشآت واستخدامات مختلفة في محيط المجرى المائي

الإجراءات أو المنشآت والاستخدامات	التكرار T	HQ_x
أحواض التخزين	0.04 – 0.02	25 – 50
الحماية من الفيضان على نهر صغير		
الحماية من الفيضان على نهر كبير	0.02 – 0.01	50 – 100
الحماية من الفيضان على نهر الراين	0.005	200
أنظمة السدات	0.001 – 0.0008	1200

عندما يتم تجميع قراءات مناسيب المياه المنتظرة على طول مجرى مائي ما والبيانات من نظام المعلومات الجغرافي (GIS) يمكن عندها تحديد مدى الغمر (حدود الغمر ومساحاته) (انظر لذلك الفقرة 4-8 وأيضاً oberle et al, 2000, GÖTTLE et al, 2000, brockmann, 2000, braun and hÖrsch, 1999, sacher and naujocks, 1998) يوضح الشكل (7-99) حدود الغمر لـــ HQ_{50} $(P = 0.02)$ وHQ_{100} $(P = 0.01)$ وتصاريف باحتمالات تجاوز مختلفة، وتكون مثل هذه الخرائط وسيلة مساعدة هامة أثناء التخطيط للحماية من الفيضان.



الشكل 99.7: حدود الغمر لتصاريف بتكرارات سنوية مختلفة.

السيطرة على الخطر

من وجهة نظر معاينة الخطر تؤدي تدابير الحماية من الفيضان إلى تخفيض احتمال التجاوز (عدد مرات ظهور الخطر كل t سنة وإمكانية الغمر) أي لتخفيض الخطر، ولقد تم شرح تدابير الحماية الضرورية لتخفيض الخطر (تأمين المنشآت وتنظيمها) في الفصول السابقة وهنا لن نتطرق إليها مرة أخرى.

غير أنه على الرغم من كافة تدابير الحماية المتخذة يبقى دوما هناك خطر متبق بنسبة لا يستهان بها، ففي حال التثبت من قيمة للتكرار السنوي للفيضان لوحده وذلك أثناء التخطيط للحماية منه هو اعتراف مسبق بأن استخدام الموقع مرتبط بخطر ما.

إن تهيئة المتضررين لمواجهة الخطر مختلفة جداً، وهكذا ليس نادراً أن يحصل، أن بعض القاطنين بجوار الأنهار يفكرون باستغلال فترة الفيضان كي يستطيعوا العيش بمستوى أفضل، ومن جهة أخرى تصبح حالة مثل الفيضان الدائم غير مقدور عليها حين تتعرض المساحات المستغلة (مساحات المعامل مثلاً) بانتظام للفيضان، ولا يسمح في هذا الخصوص أيضاً نسيان أن الفيضانات يمكن أن تسبب أضراراً بيئية كبيرة.

والظروف المحلية وقبول الخطر من قبل المتضررين يمكن ألا تصبح عامة والمعلومات الشاملة عن الأخطار الموجودة تكون ذات أهمية كبيرة للمشاركين في التخطيط وللسكان كمشتركين ومستأجرين للأملاك في المناطق المهددة بالفيضان.

إن الشروط المفضلة للتعامل الناجح مع مناسيب الماء المرتفعة (الفيضان) هي التأثير المشترك والموزون الناتج عن أعمال التأمين التـــي تقوم بها الدولة والعمل المسؤول الخاص للأفراد (BMU, 2000; LAWA, 1995).

3.9.1.7 التكلفة – المنفعة – التوجهات

تلعب التكلفة الإنشائية للحماية من الفيضان دوراً هاماً عندما نريد تشييد أحد تدابير الحماية من الفيضان (أنظر مثلاً RÖTTCHER AND TÖNSMANN, 1999; THON, 1996). إن تكلفة هذه التدابير التـــي تقدر بالملايين في نقاط كثيرة يجب أن تمول من مراكز حكومية، وتستوجب لذلك التوفيق والتنسيق مع الالتزامات العامة الأخرى. الأمر الهام جداً هو توزيع التكاليف التـــي غالباً تجهد البلديات، بحيث تتم المساهمة في التمويل جزئياً من المقاطعة المتضررة أو حتـــى من الاتحاد وغالباً توجد بعد حوادث فيضان كبيرة إعانات خاصة من مراكز دولية للتعويض عن الأضرار في الممتلكات.

يلعب الإطار الزمنـــي الحالي أيضاً دوراً كبيراً في تمويل إجراءات الحماية من الفيضان، وغالباً ما تمتد التدابير الإنشائية لعدة سنوات بحيث أن معدلات الميزانية المناسبة المعدة لذلك يجب أن تكون جاهزة أيضاً لهذه الأوقات.

في الشروحات الآتية يتم التخلي عن إعطاء الأسعار للأعمال الإنشائية والأجهزة أو المواد فكل تدبير حماية من الفيضان يحتاج إلى الحساب التقديري المناسب للكلفة عند معطيات خاصة (انظر الجدول 9-1 في الفقرة 9-3). وتكون التكاليف المحسوبة بعد ذلك عبارة عن قيم معطاة هامة لطريقة التقييم اللاحقة.

يجب أن يوضح كل من حساب مقارنة التكاليف وتحليل المنفعة – التكلفة وتحليل القيم المستخدمة هنا بشكل أقرب استناداً لأهميتها أثناء التخطيط، وتوجد الأسس الرياضية المالية في الفقرة (9-3-1) ومثال عن تحليل المنفعة – التكلفة في الفقرة (9-3-2)، وينصح بالرجوع

إلى المراجع العلمية الاختصاصية للاطلاع على إرشادات أخرى موسعة (على سبيل المثال (LAW, 1998; LAWA, 1994; LAWA, 1992; LAWA 1981.

حساب مقارنة التكاليف

أثناء حساب مقارنة التكلفة تقارن التكاليف لإمكانيات الحل المختلفة مع بعضها، والشرط الهام لإمكانية استخدام حساب مقارنة التكلفة هو أن يكون تطبيق وتأثيرات التدابير المختلفة الواجب تقييمها متشابهة.

بعد تجميع التكاليف يجب أن تحضر هذه الأسس الرياضية المالية، بذلك تحوّل التكاليف في مرحلة الاستثمار (تراكم) وفي مرحلة التشغيل (الخصم) بمساعدة عوامل تحويل رياضية مالية مقارنة بتاريخ محدد.

تحليل المنفعة ـ التكلفة

أثناء تحليل المنفعة ـ التكلفة يتم عرض التكلفة والمنفعة لتدابير الحماية مقابل بعضها وتقييمها ماليا، وبذلك يتم تقييم المنفعة الاقتصادية لخطة ما (انظر أيضاً التقييم الاقتصادي في الفقرة 9-3-2).

تنتج العائدية الاقتصادية من المعايير الاقتصادية، على سبيل المثال مثل المنفعة – التكلفة وقيمة رأس المال ومعدل الفائدة. ولتنفيذ تحليل المنفعة – التكلفة تم اقتراح خطوات العمل الآتية (DVWK, 1993):

– التوضيح المسبق للمهمة،

– تحديد خطة الهدف،

– وضع حدود للمنطقة التـــي يشملها القرار،

– تحديد واختيار وشرح التدابير قيد المعالجة في التحاليل الأخرى،

– الإدراك والتحليل الكمي للمنفعة والتكلفة،

– التقييم المالي للعائدية،

– مقارنة التكاليف والمنافع المقيّمة مقابل بعضها البعض،

– اختبارات الحساسية (اختبارات الدقة)،

- وصف التكاليف والمنافع غير القابلة للتقييم،
- الحكم النهائي على التدابير (التقييم الشامل للتدابير).

في الواقع العملي يجب أن يتم الاطلاع على المخطط السابق (الخطوات السابقة) عدة مرات لكي يتم التمكن من الإحاطة بجميع الأمور الهامة المتعلقة بالتخطيط.

من خلال تحليل المنفعة - التكلفة التقليدي لا يتم شرح آثار المشروع التي من غير الممكن الإحاطة بها ماليا (على سبيل المثال التأثيرات البيئية) إلا على أرض الواقع، ولا تدخل هذه الآثار في تحليل المنفعة - التكلفة مباشرة في التقييم، وفي العادة ينطبق هذا في الدرجة الأولى على الآثار البيئية، غير أنه باعتبار أن الآثار غير القابلة للتقييم المالي لا تكون هي غالباً العناصر الهامة والحاسمة في قرارات التخطيط لذا يجب أن تؤخذ بالاعتبار على حدة، وتوجد إرشادات حول ذلك مثلاً في (SCHWEPPE – KRAFT, 1999).

ولذلك تربط تحاليل المنفعة - التكلفة على الغالب مع تحاليل الدقة، لكي يتضح على سبيل المثال أي البارامترات يملك الأثر الأكبر على النتيجة النهائية.

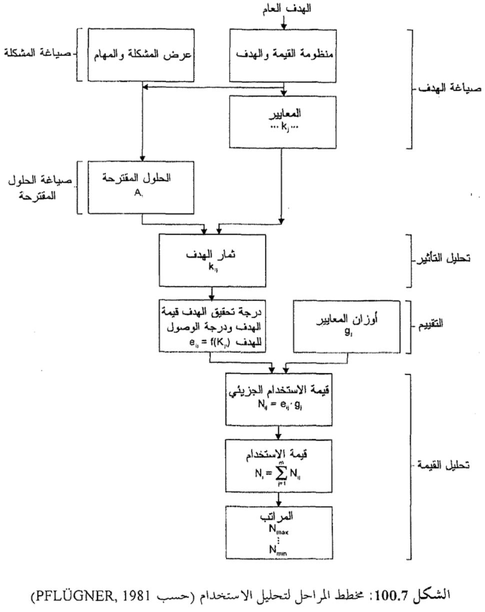
تحاليل المنفعة

إن تحليل قيمة المنفعة هي طريقة تقييم غير مالية والتي بموجبها تتم مقارنة الحلول المقترحة للتخطيط مع بعضها بعضاً بمراعاة معايير التقييم بأبعاد مختلفة (VWK, 1993; BUCK, 1991). لقد تم في الشكل (7-100) توضيح مراحل تحليل القيمة الاقتصادية التقليدية.

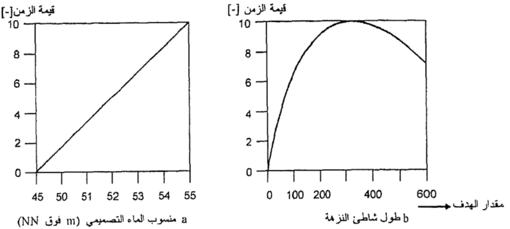
يبدأ تحليل قيمة المنفعة مستفيضاً قدر الإمكان للمشكلة، ونتيجة لذلك تنشأ منظومة هدف والتي بمساعدتها يتم الحصول على العدد المناسب من معايير الهدف أو محددات الهدف (المعايير i, j)، على سبيل المثال، الحماية من الفيضان، الإيكولوجيا، الاستخدام للاستجمام والنزهة، الاستخدام في مجال الطاقة المائية). إن آثار الحلول المقترحة للتخطيط (البدائل-i) على معايير الهدف السابقة تسمى نتائج الهدف (ثمرات الهدف).

يتم اختبار ثمرات الهدف k_{ij} بمساعدة توابع التحويل بصيغة شاملة وبدون أبعاد، وتعطي توابع التحويل بذلك العلاقة التابعية بين نتائج ودرجات تحقيق الهدف (قيم الهدف)

$e_{ij} = f(k_{ij})$ (انظر الشكل 7-101)، وتعطي درجات تحقيق الهدف انطباعا عن المدى الذي يصل إليه الهدف، ويتم شرحها في مقياس مدرّج مكوّن من عشرة نقاط أو بالتدريج المئوي (1-100 و1.0 - 0.1) وكلما كانت قيمة ثمرة الهدف أكبر. كلما كان تحقيق الهدف أفضل للمعيار المأخوذ.



الشكل 100.7: مخطط المراحل لتحليل الاستخدام (حسب PFLÜGNER, 1981)



الشكل 101.7: أمثلة عن توابع التحويل (حسب DVWK,1993) a) الحماية من الفيضان b) الاستثمار من أجل الاستجمام

يجب أن تحدد توابع التحويل لكل معيار هدفا مستقلاً بشكل خاص، وفي الخطوة الآتية يجري التثبيت على مقياس شامل موحّد لكامل توابع التحويل.

يجب أن يحدد مسار كل تابع تحويل ويمكن أن يسلك هذا التابع مساراً خطياً أو غير خطي أو غير منتظم (متقطّع)، ويمكن أن يعلل المسار الخطي لتابع التحويل الموضّح في الشكل (7-101 a) بحيث أن درجة تحقيق الهدف (قيمة الهدف) لمعيار الهدف "الحماية من الفيضان" تزداد مع زيادة منسوب الفيضان التصميمي، ويمكن أن يرجع المسار غير الخطي لمعيار الهدف "استخدام الاستجمام" الموضح في الشكل (7-101 b) إلا أن جاذبية المنظر العام في حالة الأرصفة الطويلة تنخفض بسبب التحسين المبالغ فيه (dvwk, 1993).

وكمرحلة عمل لاحقة يجري ما يسمى تحليل التأثير، هذا يعنــي أنه يتم حساب ثمرات الهدف لكل معيار للهدف ولجميع الحلول الواجب اختبارها، ويتم لاحقا وضع وزن معياري لكل معيار هدف حسب أهميته، في نظام نقاط – 100 (مئوي) (100%) يتم وضع قيمة جزئية كوزن لكل معيار هدف، وبضرب درجات تحقيق الهدف المختلفة بكل وزن معياري للهدف نحصل على قيمة المنفعة (أو الفائدة) الجزئية، إن تجميع هذه القيم الجزئية للفائدة يعطي قيمة الفائدة لحل مقترح.

تم تعميق تطوير الشكل الأساسي المشروح هنا لتحليل العائدية الاقتصادية (حسب

PFLÜNGER, 1981) وللحصول على أفكار معمقة حول هذا الموضوع يمكن الرجوع إلى المراجع الخاصة.

اختبارات التكلفة – العائدية أثناء تدابير الحماية من الفيضان

نصح فريق العمل للبلدان (LAWA ,1994) بالإجراءات الآتية لاختبارات – التكلفة – الاستخدام في إطار تدابير الحماية من الفيضان:

- تحديد الفيضان الحاسم $HQ = f(T)$ لجميع الفترات الزمنية الممكن توقعها للتكرار (تحليل التكرار)
- تحديد الأضرار $S = f(HQ)$
- حساب مجموع الأضرار SG لفترة العمل للحالة التـــي لم تتأثر فيها التدابير الإنشائية
- حساب الأضرار المتبقية $SR = (HQ)$ والتـــي تظهر عندما يجري التزويد بالتدابير الإنشائية
- تحديد العائدية الصافية R بفعل الاستغلال المحسن بعد التدابير الإنشائية الناجحة
- تحديد الاستخدام N من $N(HQ) = SG - SR\ (HQ) + R$
- حساب تكلفة الإنشاء $K = f(HQ)$
- حساب الفائدة الإجمالية، على سبيل المثال حسب طريقة قيمة رأس المال: $V(HQ) = N(HQ) - K(HQ)$ وحسب الحل الأمثل لهذه العلاقة يمكن أن يحسب التصريف التصميمي بحيث يتم أيضاً ملاحظة الخطر الهيدرولوجي.

وتوجد معلومات إضافية لتنفيذ اختبارات التكلفة – المنفعة في الفقرة (9-3).

2.7 تأمين وتنظيم طريقة الحماية

في حالة الفيضان يكون الهيكل التنظيمي الفعال بشكل جيّد هو الشرط الأساسي لكي نتمكن من التصدي للفيضان في الوقت المناسب وبشكل كاف.

إن إنشاء الهيكل التنظيمي الضروري وتحضير القوى العاملة وتفعيل هذه القوى وقيادتها وتدريبها هي شروط غالباً ما تكون حرجة خلال فيضان ما، والتحضيرات الضرورية لذلك تندرج ضمن المصطلح "تأمين التنظيم".

وتأمين التنظيم يهم في المرتبة الأولى القاطنين بمحاذاة المجرى المائي.

1.2.7 القوى العاملة

يشترك عدد كبير من القوى العاملة المختلفة في دفع أخطار الفيضان والتـــي تكلف بمهام مختلفة في كل حالة، ويمتد طيف المهام من المهام الكبيرة للسلطات حتـــى المساعدة الحرة والمجانية للجيران المتضررين من الفيضان، ويتم استخدام قوى خاصة عاملة موظفة رسمياً والتـــي عملت خلال سنوات طويلة في التصدي للفيضان وأيضاً مساعدين متطوعين من المواطنين المتضررين من الفيضان والذين يقدمون مساعدة بدون بيروقراطية، وللاطلاع على واجبات القوى البشرية المساعدة في حادثة كبيرة تسبب أضراراً ضخمة انظر الفقرة (2-2-11).

واستناداً إلى المنبت المختلف للقوى البشرية المستخدمة يكون مفيداً إلقاء نظرة على هيكليات تنظيمها ومهامها وسيرها أثناء الإنذار، وعلاوة على ذلك تتبع ذلك إرشادات لتجهيز القوى البشرية المستخدمة وللمواد المساعدة والتـــي يجب أن تكون متوفرة لدى هذه القوى البشرية لكي تستطيع القيام بالمهام الموكلة إليها كل على حدة.

1.1.2.7 هيكلية القوى البشرية المستخدمة وتوزيع مهامها

يتعلق نجاح جميع تدابير الحماية بمهارة القوى البشرية المستخدمة وفي ظروف الاستخدام الحرجة التـــي يتطلب فيها اتخاذ قرارات سريعة تحتاج بنفس الوقت إلى قدر كبير من المرونة. وغالباً ما تكون اختصاصات القوى البشرية الموظفة أصلاً لمثل هذه الظروف متشابهة في حالة الفيضان وفي الفترات الأخرى ويمثل التأهيل المهنـــي والوظيفي للقوى البشرية المستخدمة من المتبرعين والمتضررين وخبراتهم المكتسبة من حوادث الفيضان السابقة معياراً هاماً لكفاية التدابير وصلاحيتها.

الإدارة العامة

إن تنسيق ومراقبة التدابير في إطار تأمين تنظيم العمليات يتبع للإدارة العامة، وتكون مهمة هذه الإدارة المستقلة تنفيذ القوانين، على سبيل المثال إنشاء مراكز توجيه وتنفيذ وإحضار الموافقات الموصوفة سابقاً لإجراء إنشائي ما أو القيام تحويل خط السير على طريق المواصلات.

تم في الجدول (7-15) إعطاء المكاتب المسؤولة ومجالات اختصاصاتها (RESSORTS) في الإدارات عامة والتـــي تشترك عادة في تخطيط وتنفيذ التدابير في إطار تأمين الحماية وتنظيمها وتسمية مجال الاختصاصات المستخدمة في الجدول (7-15)، ومجالات المهام تتغير غالباً من مقاطعة ألمانية إلى أخرى، وتستطيع علاوة على ذلك البلديات والدوائر والمدن التـــي لا تحتوي على دوائر إقرار اختصاصات أخرى بالاعتماد على خطة توزيع المهام.

في الحوادث التـــي توقع أضراراً كبيرة (على سبيل المثال في حالة الفيضان)، تقع مهام القيادة والتنسيق على الدوائر والمدن غير الحاوية على دوائر، ولتنفيذ هذه المهام يجب توفير تجهيزات للقيادة والتنسيق، وتم الافتراض بأن الخطط الموضوعة وخطط دفع الخطر للحوادث التـــي تسبب أضراراً كبيرة تم وضعها ويجب أن تستكمل، انظر الفقرة (11-2-1).

واستناداً إلى أهميتها في الاستخدام أثناء الفيضان تم في هذا الموضع شرح وتوضيح هيكلية التنظيم ووظائف الإطفاء والشرطة والجيش الاتحادي والمنظمات الخيرية الهندسية وبعض تنظيمات المساعدة الخاصة. بالإضافة إلى ذلك تم إعطاء إرشادات للمهام التـــي يمكن أن توكل للشركات الخاصة.

فرق الإطفاء

يتم تنظيم فرق الإطفاء العامة (رجال الإطفاء المتهنين، رجال الإطفاء المتبرعين، رجال الإطفاء المكلفين) وفق القوانين المرعية في المقاطعة (على سبيل المثال في مقاطعة نوردها ين فيست فالن القانون عن الحماية من الحريق والإسعاف -FSHG). في نوردها ين فيست فالن يجب على البلديات أن تؤمن فرق إطفاء مناسبة وجاهزة حسب الظروف المحلية لكي تتم مكافحة الحرائق المحدثة للأضرار، وفي حالات الحوادث تضمن عمليات الإنقاذ في مثل هذه الحالات الطارئة العامة أو الحوادث الطبيعية" (المادة 1 الفقرة 1 من FSHG NRW).

الشرطة (الشرطة الاحتياطية)

إن الترتيبات القانونية الهامة لاستخدام الشرطة توجد على سبيل المثال في مقاطعة نوردها ين فيست فالن في القانون الذي يشرح نظام واختصاص الشرطة قانون تنظيم الشرطة (POGNW) وفي قانون الشرطة لمقاطعة نوردهاين فيست فالن (POLGNW).

الجدول 15.7: المكاتب المسؤولة واختصاصات الإدارات المشاركة في درء الفيضان

السلطات والمكاتب المسؤولة ذات العلاقة	المسؤوليات ومجالات المهام
رئيس البلدية، المحافظ، مجلس المقاطعة،مجالس المقاطعات	مسؤولية سياسية، مستوى اتخاذ قرار عالي في الدوائر والبلديات والمدن.
مؤسسة الصحافة ، مركز صحفي - مركز إذاعي	بلاغات الصحافة، مواعيد الصحافة.
مؤسسة الإنشاءات المطمورة المؤسسة الإنشائية	التدابير في شبكة التصريف، تغييرات إنشائية في المجاري المائية، تدابير الصيانة، الرعاية الهندسية واللوجستية للتدابير المساعدة، مراكز الإنذار من الفيضان، إنذار القوى البشرية المستخدمة.
دائرة البيئة والسلطات المائية	المشاورات حول التدابير الهامة بيئيا، الأسئلة المتعلقة بإيكولوجية المجاري المائية، دفع الأخطار للأمان العام والتنسيق.
سلطات التنسيق	درء الأخطار
مصلحة المرور على الشوارع	تنظيم النقل الإفرادي داخل المدينة، تحويلات خطوط السير على الشوارع
المصالح الخدمية للمدينة	تأمين الغاز والإمداد بمياه الشرب، تأمين الكهرباء تنظيم نقل الأشخاص العام (ÖPNV).
مصلحة التنظيفات ومعالجة القمامة	المسائل المتعلقة بترحيل القمامة، وترحيل الفضلات الخاصة، أعمال التنظيف.
المؤسسة الاجتماعية	تجهيز أماكن استقبال ومعيشة للحالات الطارئة، الاهتمام بالمتضررين ورعايتهم.
الإطفاء	إخماد الحريق والمقدرة على المساعدة في الحالات الطارئة.

عينت الشرطة لمهام سامية واضحة المعالم والتـــي تعمل وتؤدي واجباتها استناداً إلى الأحكام القانونية المرعية ويخص ذلك بشكل خاص تطبيق العقوبات القانونية ودفع الأخطار. وبالنظر إلى تطبيق العقوبات القانونية تكون رجال الشرطة رجال نجدة لدى النيابة العامة ولذلك فهم ملزمون بإطاعة أوامرهم، كما نظمت جميع المهام الأخرى للشرطة في قوانين الشرطة المرعية في المقاطعة (استثناءات: الشرطة الجنائية الاتحادية ورجال حماية الحدود الاتحادية).

وفي القوانين المشابهة للمقاطعات تخول الشرطة بشكل عام بأن تتدخل عندما يحصل إخلال بالأمن العام والنظام وكذلك إثر عمل جنائي أو خرق القانون لكي يتم منع حدوث الخطر. وتتركز مهام الشرطة خلال أحد الفيضانات في تنظيم السير في الشوارع والحفاظ على نظام المرور فيها وكذلك حجز وحماية المناطق المتعرضة للفيضان من الفضوليين، وعند الحاجة الماسة يمكن أن تدعم بقوى الشرطة الاحتياطية.

رجال الجيش الاتحادي

يمكن أن يساعد رجال الجيش الاتحادي بشكل فعال جداً في حالة الفيضان نظراً لقوة أجسادهم الفردية ولهيكلية التنظيم الموجودة لديهم ولإمكانياتهم التقنية، وباعتبار أن الجيش (القوات العسكرية والتجهيزات الإدارية للجيش) يخضع حسب القانون الأساسي في حالة السلم لوزير الدفاع يجب أن يحول إليه في حالة الفيضان طلبا لتقديم الإغاثة للمناطق المتضررة رسميا، وعندما يتم تقييم الإغاثة بشكل إيجابـــي ينضم الجيش الاتحادي عادة إلى الفعاليات المستخدمة المدنية.

وفي إطار تأمين التنظيم يجب أن يتم توضيح عدد الأشخاص الموجودين للاستخدام وكذلك التجهيزات اللازمة وبالنظر إلى التواجد في حالة الفيضان يكون من الضروري التنسيق المسبق مع مراكز القرار ذات العلاقة بحيث يمكن الإبقاء على القوى الضرورية مستعدة (على سبيل المثال عبر منع الإجازات).

النجدة الخيرية الهندسية

تصنف النجدة الخيرية الهندسية (Technische Hilfswerk-thw) ضمن إطار المؤسسة الاتحادية للنجدة الخيرية الهندسية. ووضعت العلاقات القانونية لـــ THW في قانون تنظيم العلاقات القانونية للمساعدين في المؤسسة الاتحادية الخيرية الهندسية (-THW – القانون الحقوقي للمساعدة – THW- helfRG في 22-1-1990). والمساعدون حسب هذا القانون هم الأشخاص المتطوعون للخدمة في THW من تلقاء أنفسهم، ومن مهام الـــ THW يمكن ذكر:

- المساعدة الهندسية في حماية المدنيين،

- المساعدة الهندسية بتكليف من الحكومة الاتحادية خارج نطاق صلاحية تطبيق هذا القانون (على سبيل المثال دخول الفيضان في البلاد الأجنبية)،
- المساعدة الهندسية أثناء الكوارث، والحالات الطارئة وحالات الحوادث الكبيرة التــي تزيد أخطارها عن قدرات المراكز الدائمة المتوضعة لدرء الأخطار وخاصة في مراكز الإنقاذ والإصلاح.

تقوم الوحدات المحلية لـــ THW بخدمات أساسية متعددة وعلى نطاق واسع في مجالات أعمال الإجلاء والإنقاذ وتستكمل هذه الأعمال عبر الوحدات غير المحلية بالإدارة والاتصالات والأعمال اللوجستية وكذلك عبر الوحدات الخاصة لمعالجة أخطار المياه وأضرارها وتحديد المناطق المتضررة وإجلائها وتأمين التيار الكهربائي. في حالات الكوارث الكبيرة وضرورة الإعانات الأجنبية ولأجل حالات الأضرار الخاصة (على سبيل المثال تحقيق الحيطة والأمان للإمداد بمياه الشرب، مكافحة أضرار الزيوت والكوارث البيئية) يتم الاستعانة بوحدات اختصاصية فوق إقليمية.

بواسطة هذه الهيكلية التنظيمية يجب أن تعد القوى البشرية المحلية المستخدمة لكي تكون جاهزة لتقديم المساعدة الأساسية السريعة من جهة ومن جهة أخرى أن تستقبل الدعم من الفرق والوحدات الاختصاصية والمنظمات الداعمة غير المحلية وفوق الإقليمية.

تعمل فرق الـــ THW بناء على طلب سلطة ما وتنفذ المهام الموكلة إليها من هذه السلطة وعلى مسؤوليتها الخاصة، ولكي تكون المتطلبات التنظيمية المرتبطة بذلك صحيحة يكون ضروريا وجود هيكلية قيادة مناسبة، وينطلق هذا من أربعة مستويات قيادة:

- سلطات أساسية للحماية من الكوارث ودفع الأخطار (ثابتة في مواقع محددة) – مستوى عال للقيادة.
- قيادة الاستخدام الهندسي (توضع قريب/مكان ثابت) – مستوى متوسط للقيادة 1،
- مركز قيادة على نطاق أو على جزء معروف (متحرك) – مستوى متوسط للقيادة 2،
- حملات، وحدات، وحدة مستقلة متحركة – مستوى منخفض للقيادة،

المساعدات العاجلة التــي تطلب من مسؤولي المناطق (قائد مجموعة THW) أو أثناء الحوادث التــي تسبب أضراراً كبيرة وبشكل مباشر في موقع عمل THW، تكون روابط

المقاطعة لـــ THW مسؤولة عن تنسيق القوى غير الإقليمية وبالتالي هي شريك لحكومة تلك المنطقة، وفي حالة عمل هذه القوى تؤسس مراكز قيادة ويوضع مستشار لـــ THW في قيادة العمليات للسلطة المسؤولة.

ولتنفيذ المهام في المكان يقيم THW ما يسمى "الأقسام (الفرق) الهندسية" وتنشأ باستخدام النمذجة وتتكون من:

- مجموعة السير – ZTr – (استكشاف الموقع، توزيع التكليف، طلب الدعم، المهام اللوجستية، الاتصال مع الوحدات الأخرى... وغيرها).
- مجموعة الإجلاء – B1 – (إنقاذ الناس والحيوانات، ترحيل الأشياء الثمينة والحاجيات الأخرى أعمال التأمين، أعمال الترحيل، إنشاء الطرق... وغيرها...)
- مجموعة الإجلاء – B2 – (استكمال ما أنجزته المجموعة B1، توليد التيار الكهربائي، الضواغط والأجهزة الكهربائية وغيرها و
- بشكل أساسي مجموعة اختصاصية.

في الجدول (7-16) تم شرح المجموعات الاختصاصية لـــ THW ومهامها، وحسب المهمة الموكلة يوضع تحت تصرف المجموعات التخصصية أدوات مختلفة، ويتم التدريب والتأهيل المستمر للقوى البشرية المستخدمة من THW والذي يضمن برنامج تدريب شامل.

منظمات المساعدة الخاصة

ويمكن أن نذكر من المنظمات المساعدة الخاصة على سبيل المثال الصليب الأحمر الألمانـــي (DRK) واتحاد التمريض العمالي (ASB) وفرسان يوحنا للمساعدة أثناء الحوادث (JUH) ومؤسسة مالطة للمساعدة (MHD)، تقوم هذه المنظمات بتأمين الرعاية الطبية للمتضررين ورجال الإنقاذ والقوى البشرية المساعدة، بينما يمكن أن تترك المهام الأخرى، على سبيل المثال: أعمال الإنقاذ أثناء عمليات الإجلاء أو أعمال المساعدة في حالات الأضرار الشديدة (مثلاً إنقاذ أحد الغارقين) لجمعية إنقاذ الحياة الألمانية (DLRG) أو مراقبة المياه (في بإيران).

ولكي تتمكن هيئات المساعدة الخاصة من تقديم مساعدتها في الحالات الاضطرارية العامة يجب أن تتقدم بتوضيح لسلطات المقاطعة المختصة عن جاهزيتها للمساعدة، بعد ذلك تقرر سلطات المدينة التـــي لا تحتوي على دوائر وسلطات الدوائر وفي الحالات الخاصة تقرر مدى

الجدول 16.7: المجموعات الاختصاصية لـ THW في الأقسام الهندسية لـ THW.

الفرقة الاختصاصية	اختصارا THW	المهام
البنية التحتية	FGrI	المساعدة في منظومات الإمداد بمياه الشرب والصرف الصحي المتضررة، تدابير الأمان للخطوط الكهربائية وخطوط الغاز والصرف الصحي وإيقاف العمل بها عند اللزوم وتأمين التيار الكهربائي للقوى البشرية المستخدمة.
الترحيل	FGrR	إزالة الركام، إنشاء الممرات للسيارات، وترحيل الأتربة والتراكمات الأخرى، أعمال التأمين حول الأبنية وأعمال التنظيف بالماء.
الأخطار الناجمة عن المياه	FGrW	التدابير عند وعلى المياه، أعمال الإنقاذ، تخفيض الأخطار والأضرار الناجمة عن الفيضانات، ترميم السدود والسدات تسيير القوارب.
تأمين الإمداد بالتيار الكهربائي	FGrE	التأكد من تأمين الإمداد بالتيار الكهربائي والقيام بأعمال إصلاح منشآت الإمداد بالتيار الكهربائي، تأمين التيار الكهربائي المؤقت.
تحديد أماكن الضرر	FGrO	استكشاف مناطق الخطر، تحديد مواقع الركام والردميات والأماكن المغلقة (المحاصرة)، المساعدة في مهام أعمال الإنقاذ.
أضرار الماء/ الضخ	FGrWP	رفع مياه الصرف الصحيّ والماء الملوث والماء اللازم للنشاطات الإنسانية غير مياه الشرب (عبر إنشاء منشآت المضخات).
تأمين مياه الشرب	FGrTW	تأمين مياه الشرب خلال الحوادث التـــي ينشأ عنها أضرار كبيرة من خلال منشآت تنقية وضخ وتخزين ونقل وتوزيع مياه الشرب.
إنشاء الجسور	FGrBrB	تشييد جسور مؤقتة ،ومعابر وتحويلات وإنشاء معابر السيارات من خلال الأراضي الجافة المناسبة، رفع الحمولات الثقيلة ومهام الاتقاد والترحيل أيضاً.
أضرار الزيوت	FGrÖ	بمساعدة فوق إقليمية، حالات أضرار كبيرة بزيت معدنـــي ومواد شبيهة كيميائية.
SEEBA		مجموعة مساعدة سريعة للعمل في الخارج لـ THW بطلب من الحكومة الاتحادية.
الأعمال اللوجستية	FGrLog	تأمين المواد الغذائية، مع الرعاية وتأمين البضائع اللازمة والمحروقات وأعمال الإصلاح والصيانة ومهام النقل.
القيادات/الاتصالات	FGrFK	قيادة القوى البشرية المشاركة لـ WTH، المساعدة في إنشاء تجهيزات الاتصالات، تأمين القوى البشرية اللازمة،

إمكانية مشاركة هذه المنظمات في المساعدة ويجري طلب الحاجة لمساعدة هذه المنظمات الخاصة بواسطة مراكز القيادة المختصة (انظر الفقرة 7-2-2-2).

في الاستخدامات المنظمة من هذا النوع تعامل هيئات المساعدة الخاصة كمساعدين إداريين لتلك السلطات وبالنظر إلى حقوقهم وواجباتهم (مثلاً قوننة الظروف المساعدة للعمل والخدمة، الحق في الفاقد من الأجر وغيرها). يعامل المساعدون مثل أولئك المتطوعين من تلقاء أنفسهم لفرق الإطفاء.

والهيكليات التنظيمية لهذه الهيئات ليست واحدة، وغالباً ما توجد روابط على مستوى الدائرة والمقاطعة والتـي تقاد من منتدبين من المقاطعة والدائرة، وعبر الهيكل التنظيمي المختص لهيئات المساعدة يمكن أن تدعم عن طريق إدارة الاستخدام وعند الحاجة لقوى بشرية إضافية.

تكليف النشطاء الخاصين

على الرغم من استخدام المشاركين المتطوعين والقوى البشرية العاملة لا يمكن غالبا الاستغناء عن خدمات مؤسسات خاصة باعتبارها تملك تجهيزات ضرورية وخبرة تخصصية مناسبة، ويمكن إدخال النشطاء الخاصين أثناء الفيضان للأعمال الموضحة في الجدول (7-17).

يكون مفيداً وعلى الأقل في مركز الحماية من الفيضان من الاحتفاظ بقائمة من عناوين الشركات ذات المهام الخاصة المختلفة لكي يمكن تكليف النشطاء بدون معوقات ويجب أن تجدد هذه القائمة باستمرار.

ويجب أن تكافأ الشركات الخاصة ولكن يجب لحظ التكاليف الناشئة وخصوصاً عند الحاجة للأعمال التـي تقوم بها الشركات مرتفعة التكاليف بغية موازنة التكاليف وتقييمها بعد زوال حادثة الفيضان.

2.1.2.7 توفر ومستوى التأهيل للقوى البشرية المستخدمة

إن توفر القوى البشرية الممكن استخدامها هو خطوة أساسية لخطة العمل وهنا يجب أن نميز بين القوى البشرية الموظفة والمعدة لذلك والمتطوعين والشركات المكلفة، ويأخذ المتضررون من الفيضان موقعاً خاصاً باعتبارهم ساهموا بتنفيذ تدابير الحماية.

الجدول 17.7: فكرة الأعمال الممكنة للنشطاء الخاصين (اختيار)

العمل	نوع النشاط
نقل التجهيزات (مثلاً المواد الإنشائية للسدات، المحروقات، الطعام)	نشاطات إدارية
أشكال نقل خاصة، نقل المعدات الثقيلة	نشاطات النقل للمواد الثقيلة
نقل الأشخاص	قيادة الباصات
ترحيل الفضلات الصلبة الخاصة (مثلاً المواد التـــي تضر بالمياه)	شركات التنظيف والمعالجة
جر عربات الشحن الرابضة في الساحات	خدمات الجر
أعمال الغطس بالأجهزة المناسبة	عمل الغطس
أعمال تأمين (تحقيق أمان) الأبنية	شركات المنشآت المطمورة خبراء في الأبنية
تأمين سكن للمهجرين	الفنادق ودور الصيانة
تأمين القوى البشرية المساهمة	عمل المطاعم
	عمل المطابخ
	التزويد بالمؤن
أخذ الصور الجوية	نشاطات طيران
التغطية الصحفية، عمل ميداني	الصحفيون
عمليات التوثيق الحقوقية الميدانية للفيضان	التصوير وشركات الإنتاج التلفزيونية
تحاليل المياه	الأعمال المخبرية

في حالات الفيضان طويلة الأمد يمكن أن تأتـــي الحالة التـــي لا تعود فيها القوى المحلية المتوفرة كافية ويجب أن تطلب قوى داعمة من المناطق الأخرى ولذلك يجب سؤال البلديات المجاورة مسبقاً (مثل الدوائر، مراكز قيادة الدوائر) عن القوى البشرية وتجهيزاتها المتوفرة التـــي يمكن استخدامها، وفي حالة الفيضان يجب أن تحدد المعطيات بالوقت المناسب، لكي تستطيع الوحدة المرسلة تجهيز نفسها.

في خطة العمل يجب أن يؤخذ بالاعتبار أيضاً أنه يمكن أن تقع قوى بشرية قيادية في موقف حرج، ولذلك ينصح بشكل عاجل بتطبيق نظام الحلقات المتعددة، كما ويجب أيضاً أن توضع القوى البشرية الأكثر خبرة في المراحل الحرجة للفيضان (مثلاً خلال قمة الفيضان).

القوى البشرية الموظفة والمتطوعة

تكون القوى البشرية الموظفة (المدربة في الدفاع المدني) جاهزة في إطار منظومات القوانين

ولائحة الأجور أثناء الفيْضان، وتكون استناداً إلى تأهيلها وعملها الوظيفي مدربة على مجالات عملها التخصصية.

بينما يمكن أن تكون خبرات القوى البشرية المتطوعة مختلفة جداً، وعلى الغالب ترجع الخبرة في هذه الحالة إلى الأعمال التـــي قاموا بها خلال الفيضانات السابقة وفترة التدريب. وبالنظر إلى أوقات العمل يجب أن ننتبه إلى أن هؤلاء سيعودون مرة أخرى إلى أعمالهم العادية بعد فترة محددة وبالتالي فهم موجودون لوقت محدود، ويمكن أن يؤدي ذلك خلال حوادث الفيضان طويلة الأمد وبشكل سريع إلى مشاكل أثناء استبدال القوى البشرية المستخدمة.

المواطنون المتضررون من الفيضان – جمعيات الحماية من الفيضان، مبادرات المواطنين

يتحمل المواطنون المتضررون القاطنون في المناطق المتضررة بالفيضان بالتأكيد الضرر الأساسي من تأثيرات فيضان ما، فهم إلى جانب المتاعب والمنغصات ومشاق العمل يمكن غالباً أن يتعرضوا إلى أضرار محتملة أيضاً، ومرات عديدة قام المواطنون بإنشاء جمعيات طوارئ للحماية من الفيضان ودرء أخطارها، لكي يستطيعوا التغلب على آثار هذه الفيضانات مجتمعين، ويتبع لذلك أعمال المساعدة في حالة الفيضان والأشكال المختلفة للتشاور وتبادل المعلومات، وأحياناً تطبع عند الضرورة جرائد ولائحة معلومات.

وحضور القاطنين خلال فيضان ما هو شرط ضروري لتخفيض أضرار الفيضان باعتبار أن المتضررين نفسهم فقط يمكنهم القيام بالاحتياطات الضرورية لحماية ممتلكاتهم في الوقت المناسب، وعندما يتم إعلام القوى البشرية الخاصة بمقاومة الفيضان من المواطنين المتضررين بالوقت المناسب ويحضروا إلى الموقع تبعاً لذلك يمكن أن يقوموا بالمساعدة في الحالات الطارئة بالفعالية المثلى الممكنة.

2.2.7 تنظيم العمليات والقيادة

لكي تستطيع القوى البشرية المتوفرة الاستجابة بسرعة وبفعالية للحالات الخاصة التـــي تستوجب المساعدة خلال حادثة فيضان يجب أن يكون عملها منظماً (تنظيم العمل)، وأنظمة القيادة المتوصل إليها في إطار تنظيم العمليات هي المختصة (المكلفة) بعمليات تنظيم وتنسيق جميع التدابير.

ويكون توزيع المهام والصلاحيات هو الخطوة الأولى في بناء الهيكل القيادي، ويجب لذلك أن تنظم بوضوح الاختصاصات الوظيفية والمحلية والتجهيزية وصلاحيات إعطاء الأوامر المرتبطة بها، هذا يعنـــي أيضاً العلاقات المرتبطة بتنفيذ الأوامر، ويؤمن تنظيم القيادة الحصول على إمكانيات الاتصال المناسبة لإبلاغ المعلومات والأوامر.

1.2.2.7 تنظيم العمليات

إن أساس تنظيم العمليات هي غالباً لوائح عمل فرق الإطفاء FwDV12/1 "قيادة العمليات – منظومة القيادة" والحماية من الكوارث – لوائح الخدمة 100 (KatS - DV)" القيادة والعملية وكلاهما يحتوي على معطيات تصميميه لتنظيم القيادة وعملية القيادة ووسيلة القيادة لدفع الأخطار بدون الشرطة.

2.2.2.7 تنظيم القيادة

يجب أن تتلاءم هيكليات القيادة بدقة مع المعطيات المحلية خلال حادثة فيضان ما، لقد ثبت في الماضي أن تقسيم الحماية في مدينة ما إلى هيئتين قياديتين كان ذا ميزات جيدة، بحيث تتكون من مركز للحماية من الفيضان (HSZ) مع عدة مراكز قيادة جزئية (AFüSt).

مركز الحماية من الفيضان (HSZ)

في إطار تنظيم القيادة يكلف مركز الحماية من الفيضان عادة بالمهام الآتية:

- إنجاز ما يتعلق بتكهن حدوث الفيضان وإبلاغه إلى المواطنين والشركات والأوساط الأخرى،
- محاورة وإعلام المهددين بالفيضان والمتضررين منه،
- إعلام الشرطة والإطفاء ومراكز الخدمة المساهمة في الحماية من الفيضان.
- ترتيب وتنسيق تدابير الحماية من الفيضان الواجب تنفيذها من قبل مراكز القياس المختلفة حسب معطيات وأوامر خطة الإنذار من الفيضان (على سبيل المثال إغلاق صمامات الإغلاق المنـــزلقة في منظومة الصرف الصحي، إنشاء جدران الحماية من الفيضان، إغلاق وحجز الشوارع "منع السير عليها ").

ينشأ مركز الحماية من الفيضان عادة قرب سلطة بلدية ما (محلية) ومن هناك يتم دعم هذا المركز لوجستياً وبشرياً، وغالباً تكون هذه السلطة هي مؤسسة المنشآت المطمورة باعتبار أن أولى الإجراءات في حالة الفيضان عادة تخص منظومة الصرف الصحي (NEUHOFF, 1994).

ويزداد الكادر البشري الموجود في مركز الحماية من الفيضان حسب مقررات خطة الإنذار من الفيضان مع ارتفاع مناسيب المياه، ورويداً رويداً يتم طلب مندوبين عن سلطات المدينة الأخرى وقوى بشرية عملياتية أخرى. يوضح الشكل (7-102) كمثال الكادر المستخدم في مركز الحماية من الفيضان في مدينة كولن الألمانية.

مراكز القيادة الجزئية (AFüSt)

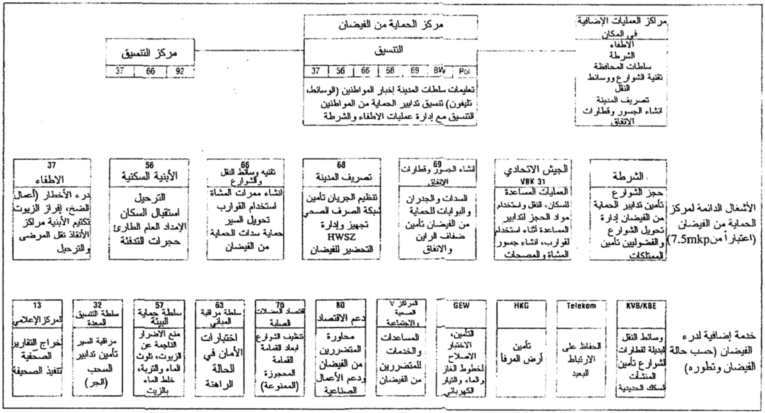
يكون مركز الحماية من الفيضان ممثلاً بمراكز قيادة جزئية (AFüSt) حيث يساهم كل منها في عمليات الحماية من الفيضان في مناطق محدودة، وغالباً ما تؤسس في مناطق استخدامها، لكي يتم تسهيل طرق الاتصال في المواقع الحرجة، وتكون مراكز القيادة الجزئية في العادة مراكز عبور ونقاط تجمع للدعم والاستبدال، وتزود عادة بمدير ومساعدين له في مجالات:

- الخدمة الداخلية (مختصين بالتموين والوضع العام)
- الاستكشاف والاستطلاع (مختصين بوصف الوضع والعمليات الجارية).

وحسب الحاجة يتواجد مستشار لـــ THW ومستشارون اختصاصيين لمؤسسات المدينة، الشرطة، ممثلين للمؤسسات المساعدة، كما يوضع في مراكز القيادة الجزئية كراس يومي عملياتـــي تسجل فيه التدابير المتخذة بتتابعها الزمنـــي.

3.2.2.7 عملية القيادة

تحتاج هيئة القيادة لمعدات أمنية بموجبها يمكن أن تنتقل الأوامر والمعلومات إلى المراكز المجاورة (عملية القيادة)، ولذلك تكون تجهيزات الاتصال المناسبة ضرورية، تربط وسائل التسجيل (التدوين) في مراكز إعطاء الأوامر ومراكز العمليات المختصة (مثلاً في مراكز الحماية من الفيضان أو في عربة إدارة العمليات وإعطاء الأوامر لمواقع القيادة الجزئية.



الشكل 102.7: مثال للكادر المستخدم في مركز للحماية من الفيضان في مدينة كولن الألمانية (VOGT el al.,1996)

تجهيزات الاتصال

لتأمين الاتصال بين مجموعات العمل المستخدمة المستقلة يمكن أن تستخدم الهواتف النقالة وأجهزة اللاسلكي والفاكس والهاتف الأرضي العادي والبريد الإلكتروني (E-Mail) ويجب المحافظة على الاتصالات التقنية اللازمة بشكل كاف بحيث يكون الاتصال مؤمناً في الأوقات الحرجة أيضاً (على سبيل المثال عدة أجهزة وعدة مآخذ).

كما ويجب أن تتواجد مسبقاً قوائم أرقام الهواتف الهامة بعدد كاف بحيث يمكن الوصول إليها بالسرعة القصوى ولتشغيل أجهزة اللاسلكي يجب أن توزع ترددات البث وتعطى لجميع المشتركين بالحماية، ولإيصال الأخبار الموحدة يجب أن تتوفر استمارات لكي يتم توحيد المعلومات التي يتم توصيلها ولحصر سلسلة المعلومات بنشاطات أساسية.

المراكز

يجب أن تجهز مثل هذه الأماكن بمراكز اتصال بحيث يكون الاتصال ممكناً إلى حد كبير بدون مشاكل، إلا أنه قد تحدث مشاكل في الفهم أثناء إجراء عدة اتصالات في آن واحد في نفس الغرفة من عدة أجهزة هاتفية، على سبيل المثال تقوم جدران فاصلة بتحقيق الشروط السمعية لإجراء الاتصالات الهاتفية بدون مشاكل أو ضجيج.

إلى جانب هذه الأماكن يجب أن توجد حجرات دورات المياه والحمامات وأماكن الراحة والمبيت، وتكون مراكز الإدارة (القيادة) أثناء الفيضان مشغولة لعدة أيام وربما أيضاً لأسبوعين على مدار الساعة، وبالتأكيد ليس خطأً أن توفر للمساعدين العاملين في مجال الإغاثة محيط عمل مقبول.

فترات العمل، طريقة الاستبدال

يتصف العمل أثناء الفيضان بفترات عمل طويلة، ويجب أن ينظم استبدال القوى البشرية العاملة لذلك بواسطة خطط عمل وورديات، وبذلك يمكن تجنب الحالات الطارئة والمتعبة، ويجب الانتباه أثناء تسليم موقع العمل إلى الوردية التالية إلى إعطائها وإبلاغها بكافة المعلومات الهامة وترك التجهيزات الضرورية في المكان قدر الإمكان.

4.2.2.7 تعليمات الفيضان، تعليمات الحماية من الكوارث

تخدم الخطط والتعليمات تنسيق وترتيب جميع تدابير الحماية من الفيضان، من هذه الخطط

والتعليمات نذكر خطط الإنذار من الفيضان وخطط الإنذار من الكوارث.

خطة الإنذار من الفيضان

تتضمن خطة الإنذار من الفيضان إقرار أي الإجراءات يجب تنفيذها عند مناسيب مائية محددة وذلك من قبل مراكز الخدمة المختصة (انظر Water-Level-Management-plan- WLMP-DENT 1990) وباعتبار أن خطة الإنذار من الفيضان تتركز على إمكانيات الحماية من الفيضان القابلة للتخطيط، يتم أثناء وضع خطة الإنذار وتطويرها دراسة المعطيات الإنشائية والخبرات من الفيضانات السابقة، ويبين الشكل (7-103) جزءاً من خطة الإنذار من الفيضان لمدينة كولن الألمانية.

إن بداية تدابير الحماية توضع في خطة الإنذار كقيمة حرجة (عتبة الإنذار) ومع ارتفاع مناسيب المياه يجري تنفيذ تدابير الحماية (تبعاً وحسب هذه المناسيب) المناسبة. يبين الشكل (7-104) على سبيل المثال أنه خلال إنشاء جدار الحماية من الفيضان (المتحرك) في الوقت المناسب على الضفة اليسارية من النهر يتم منع تجاوز المياه لسرير المجرى لكون قيمة الفيضان الموضحة تقع أخفض من المنسوب التصميمي للفيضان الذي بنـــي عليه الجدار المتحرك، غير أنه يجب مسبقاً إغلاق مخارج شبكات الصرف الصحي.

وبعد مرور عتبة الفيضان ينخفض منسوب الماء بحيث يمكن أن يبدأ بالتنسيق مع مركز الإدارة بأعمال التفكيك والإزالة لمنشآت الحماية، وبعد هبوط منسوب الماء دون عتبة الإنذار تبدأ إدارة العمل بالتحضيرات لمرحلة ما بعد الفيضان.

الإنذار من الفيضان، الإنذار من الكوارث

تبدأ الإجراءات حسب خطة الإنذار من الفيضان عند العتبة الدنيا لمنسوب الماء (عتبة الإنذار – انظر أيضاً الشكل (7-104) وتصل كامل المجال القابل للتخطيط. إن الحد الأعلى، أي نهاية الحماية من الفيضان القابلة للتخطيط، هو منسوب الفيضان التصميمي (بما فيه أيضاً الارتفاع الحر في سدات الحماية من الفيضان وفي جدران الحماية من الفيضان أيضاً).

بعد تجاوز الحد الأعلى تتطور حادثة الفيضان بدون أن نستطيع السيطرة عليها ويمكن أن تصبح تهديداً كبيراً على السكان، في هذه اللحظة يتم البدء بتطبيق خطة الإنذار من الفيضان

من خلال جدول إجراءات الحماية من الكوارث (خطة الإنذار من الكوارث) (انظر الشكل 7-105). عندما تنشأ حالة خطرة مثلاً من خلال انهيار سدة ما قبل الوصول إلى قيمة العتبة. لذا يتم تبعاً لذلك البدء بإجراءات الحماية من الفيضان بالطبع بوقت مبكر.

منسوب مياه نهر الراين (8.00m k.p)

25- معبر (Hitdorfer)

تحضير مواد الردم مقابل المطعم.

26- في منطقة Herbst من سد درء الفيضان إلى طريق asselberger ولأجل الطريق unimog بالاتجاهين يوضع على الأعمدة الخشبية الموجودة ضوء لماع للإشارة إلى أطراف الشارع.

مواد بناء الجسر تنقل من (Bauhof Neusser Land str.2) إلى (Neusser Land str.334).

ويتم البناء (طول الجسر حوالي 50m).

منسوب مياه الراين (8.30m k.p)

27- معبر (Hitdorfer) تم إغلاقه إلى منسوب المطعم باستخدام المواد المحضرة إلى منازل (Neusser Land str.378, 384, 396) وتنقل المواد الضرورية لبناء الجسر (طول الجسر 3x.ca.70 m = ca.210 m).

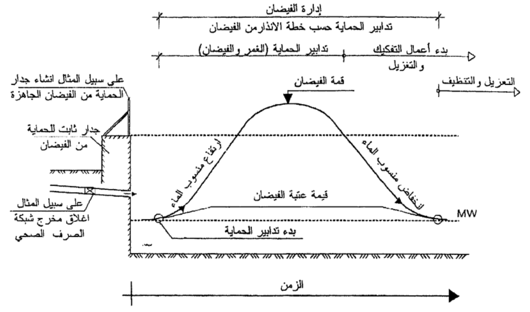
منسوب مياه نهر الراين (8.50 m k.p)

28- على طريق (Herbst) من سد درء الفيضان بعد (kasselbege) وكذلك بالعودة تم تأسيس خط مرور باتجاهين والذي نُفذ من خلال unimog وعلى طريق (Herbst) وقبل سد درء الفيضان تم تجهيز عربة بناء شخصية.

منسوب مياه الراين عند (9.40 m k.p)

29- المرور بواسطة unimog من سد درء الفيضان إلى (kasselbege) والرجوع تم توقيفه. وبدلاً منه يتم التنقل بواسطة قوارب مجهزة بمحركات وعلى ساحة بناء قطاع الطرق (1 rh.Nord Neusser Land str 2,5000 koeln60) تتجمع مواد بناء جسور وأكياس رمل ومواد أخرى كما تم تحضير مضخات ديزل خاصة بالمدينة من أجل استخدامها عند الضرورة.

الشكل 103.7: اقتباس من خطة الإنذار من الفيضان لمدينة كولن الألمانية



الشكل 104.7: قيم العتبة لتنفيذ تدابير الحماية في إطار إدارة الإجراءات

بعد إعلان حالة الطوارئ من السلطات المختصة تنقل عادة المسؤولية عن جميع الإجراءات الأخرى من مجال عمل وزارة البيئة إلى وزارة الداخلية.

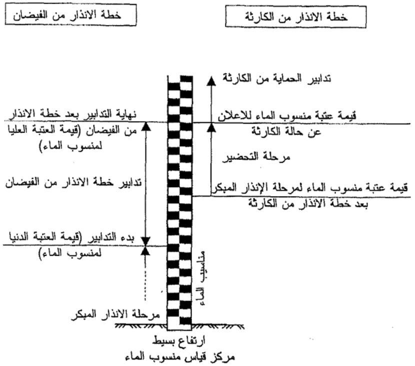
5.2.2.7 إنذار القوى البشرية المساهمة

تلعب عملية إنذار القوى البشرية المساهمة في درء الفيضان دوراً هاماً، وتستند هذه العملية إلى التنبؤ بالفيضان (الفقرة 3-4) ويجب أن تتوفر جميع القوى البشرية الضرورية بالوقت المناسب في المنطقة المهددة لكي يتم تنفيذ جميع تدابير الحماية في خطة الإنذار من الفيضان قبل وصول مناسيب المياه إلى الارتفاع المتنبأ به. ولتنفيذ تدابير الحماية التي تحتاج إلى جهود كثيفة، على سبيل المثال إنشاء الجدران الجاهزة (المتحركة) وسدات أكياس الرمل تلعب أزمنة الإنذار المبكر الممكن التوصل إليها دوراً هاماً (ROHRER et al; 1999).

يجب أن توضع الخطط لعملية إنذار القوى البشرية المشتركة في عملية الحماية، ويجب أن يتم تجديد هذه الخطط وتطويرها.

ويتم في خطط الإنذار على سبيل المثال إقرار أي ممثل للسلطات ولأي مناسيب مياه في مركز الحماية من الفيضان يجب أن يتواجد، وبناءاً على ذلك هل يتم تأسيس خدمات

تحضيرية مناسبة من قبل السلطات الإختصاصية المساهمة، وهذا يخص أيضاً منشآت الغاز والكهرباء والمياه، والنشاطات الخاصة للمدينة ملزمة بتسيير الخدمات السابقة بالشكل الأمثل أيضاً.



الشكل 105.7: حدود خطة الإنذار من الفيضان وخطة الإنذار من الكوارث

6.2.2.7 خدمة الإنذار من الفيضان، خدمة تدوين الفيضان

لإنذار السكان في مجال الفيضان من الأفضل استخدام الراديو والتلفزيون وفي نطاق محدود الانترنيت والإرشادات على الشاشات المنتشرة في الشوارع، ويمكن أن يتم إعلام السكان عن وقوع قريب للفيضان في الوقت المناسب، ويمكن للسكان القاطنين قرب المجرى المائي بعد ذلك الحصول على المعلومات المفصلة عن الفيضان عن طريق أشرطة الفيديو والانترنيت ومحطات الإذاعة المحلية وتليفونات المواطنين والبلاغات الهاتفية (FELL and PRELLBERG, 1999; MASS, 1999).

ومن خلال المحطات الإذاعية المحلية يمكن الاتفاق أن يقوم مركز العمليات بإبلاغ التنبؤات بالفيضان إلى المحطات الإذاعية وبثها كل ساعة، ويمكن أن تعطى الإنذارات عن غمر الضفاف المحتمل بشكل إضافي في الحالة الطارئة الحرجة (على سبيل المثال خطر انهيار السدة) يمكن أن تعمم الإنذارات بدون تأخير عبر الراديو والتلفزيون، ويكون الربط مع شارات الإنذار والمعلومات هو الإمكانية الأسرع والأفضل لنقل المعلومات إلى المتضررين (أصحاب العلاقة).

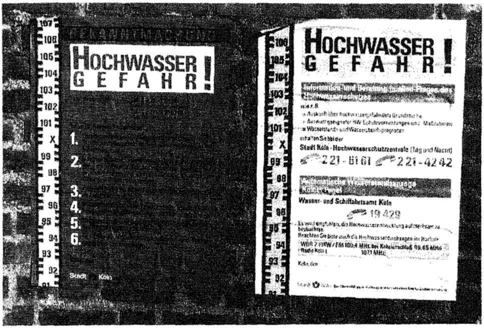
وبواسطة الإعلانات وآرمات التعليمات أو الملصقات الورقية (انظر الشكل 7-106) يمكن التنبؤ عن الأخطار، حيث تقوم بالإنذار مثلاً من فتح أغطية قنوات الصرف في المناطق المغمورة ومن التيارات الشديدة ومن المنشآت المهددة بالانهيار (المحتمل انهيارها) أو من سقوط الخطوط الكهربائية. وترشد ملصقات المعلومات أيضاً إلى تدابير أمان هامة، حيث تعطي معلومات عن مراكز استشارية ومراكز التزويد بأكياس الرمل وحجرات التدفئة والتجهيزات الهامة الأخرى، علاوة على ذلك يمكن أن تعطى أرقام الهواتف الضرورية وترددات محطات التلفزيون والراديو المعنيين (نصوص فديو) والتـي تبث بلاغات محلية عن الفيضان على مدار الساعة تقريباً.

ويجب أن توضع الإعلانات الحائطية وآرمات التعليمات والملصقات الورقية وغيرها في الوقت المناسب وتجدد دوماً، ويجب أن يتم ضمان تحديث المعطيات في حالة الفيضان أيضاً (على سبيل المثال أرقام الهواتف، أسماء الشوارع). في حالة الفيضان يجب أن توزع مثل هذه المعلومات في الوقت المناسب، ويجب أن تتواجد إعلانات الإنذار الحائطية بعدد كافٍ للدلالة على المناطق الخطرة.

يجب أن تتوفر جميع وسائل الإعلام بكميات كافية وتكون مقاومة لتأثير المياه قدر الإمكان وتوضع بحيث تكون ملفتة للنظر جداً، كما ويجب أن ينظم تعليق هذه الإعلانات من خلال خطة الإنذار من الفيضان.

يمكن أن تنتشر الإنذارات قصيرة الأجل التـي تنذر بوقوع الفيضانات بعد وقت قصير من خلال مكبرات الصوت على عربات أو الصفارات حسب مقدار الضرر، ولعملية إيصال البلاغات بوساطة مكبرات الصوت. يتم تجهيز أشرطة تسجيل صوتية ببلاغات مختلفة،

والتـــي بوساطتها يتم إنذار المناطق المتضررة خلال عشرين دقيقة (20 min)، غير أنه في التقارير التقريبية عن حوادث الفيضان يتم دوماً توجيه الانتباه مرة أخرى إلى أن البلاغات بالمكبرات لا تلائم سوى شكل محدد لنشر التعليمات لكونه لا يصل إلا لفئة قليلة من المواطنين، لذلك لا تستخدم إلا بالعلاقة مع إمكانيات إعلام أخرى وفي حالات الخطر الخاصة فقط.



الشكل 106.7: مثال عن الأعمال الروتينية خلال الفيضان مثل الإنذار وإعلام السكان عبر الملصقات

وتتميز طريقة الإنذار بالصفارات بأنها أسرع وأكثر أماناً، ويتم إطلاق هذا الإنذار خلال دقائق قليلة من مراكز الإدارة لرجال الإطفاء المؤهلين، ويكون تأثير صوت الصفارة فعالاً في الإيقاظ والتنبيه من الفيضان القادم واستكمالاً لذلك يجب أن يزود السكان بمعلومات عن السلوك الصحيح بمساعدة الملصقات والكراسات.

وبسبب إلغاء صفارات الإنذار المملوكة من الدولة لم يعد الإنذار السريع الذي يغطي مساحات كبيرة مضموناً وفي المناطق المتضررة كثيراً يكون تركيب صفارات الإنذار لإنذار السكان في حالة السيول المفاجئة خطوة هامة (مثلاً انهيار سدة).

7.2.2.7 العمليات أثناء الفيضان – العمليات الروتينية، العمليات الخاصة

تبدأ العملية نفسها بسفر القوى البشرية المشاركة إلى مراكز التجميع وأمكنة التحضير حيث ستمكث لفترات قد تطول قبل أن توزع المهام عليها هناك، ويجب أن تستثمر فترات الانتظار حتـــى دخولها في أعمال درء الفيضان في الشرح المستفيض عن الموقع وهيكلية العمليات للقوى البشرية الجديدة المهيأة للعمليات، وفي فترات الانتظار الطويلة يجب أن يجري تجهيز القوات المنتظرة بالإمدادات التموينية.

ويجب أن نميّز بين العمليات الخاصة والعمليات الروتينية خلال عمل القوى البشرية المساهمة، ولتأمين سير العمليات التنظيمية يجب أن تجهز جميع التحضيرات التنظيمية، كي يتم التمكن من تنفيذ الأعمال خلال الفيضان بدون مشاكل وبالشكل الأمثل، ويجب أن يتناسب الكادر البشري والتجهيزات والتدابير المتخذة.

العمليات الروتينية

تعد من الأعمال الروتينية عمليات الأعمال المدرجة في الجدول (7-18)، وتبدأ بعد تجاوز قيم الفيضان للقيم التـــي يبدأ الإنذار من أجلها وتستمر حتـــى مرور عتبة الفيضان وعودة المنسوب إلى ما دون العتبة، وتقر الخطة الزمنية في مخطط الإنذار من الفيضان (الشكل 7-103).

العمليات الخاصة

لا يمكن أن يخطط للعمليات الخاصة إلا في إطار محدد لكون هذه العمليات تظهر في العادة بشكل مفاجئ وغير منتظر، وهناك عرض عن الأشكال المتعددة للعمليات الخاصة في (HARTL 1994) وكعمليات خاصة لرجال الإطفاء خلال أحد الفيضانات يمكن ذكر الآتي:

- عطل مفاجئ لمنشأة حجز ما،
- منع انهيار سدة،
- غمر شارع هام،
- توقف منشأة ضخ لمياه الفيضان،
- غمر حفرة بناء بجانب بناء سكنـــي،

الجدول 18.7: أمثلة للعمليات الروتينية

الميعاد	أمثلة للأعمال في إطار العمليات الروتينية
منسوب الماء يزداد ويصل إلى قيمة العتبة ويتجاوزها حسب معطيات التنبؤ من الفيضان	إخبار المواطنين (انظر الشكل 7-106 b)
	أبعاد الفضلات الصلبة (البقايا الصلبة)
	تنظيف الشوارع والساحات، تأمين المناطق التـــي لا يتم إخلاؤها
التدابير المتخذة بعد تجاوز قيمة العتبة (بالعلاقة مع منسوب الماء: إقرارها في خطة الإنذار من الفيضان)	إغلاق الصمامات المنـــزلقة في شبكة الصرف الصحي
	نقل وإنشاء جدران الحماية من الفيضان المتحركة
	تعليق ملصقات الإنذار والتعليمات
	إغلاق الشوارع، وتجهيز تحويلات اتجاه السير
	إنشاء السدات من أكياس الرمل
	وضع العوارض السدية في الأمكنة المجهزة لذلك
	تجهيز خدمة قوارب النقل (انظر الشكل 7-a106)
	تشغيل منشآت الضخ في فترة الفيضان
	تأمين القوى البشرية اللازمة
	رعاية السكان المتضررين
	حماية تدابير الحماية من الفيضان والتجهيزات لمنع الفضوليين
	تحسين أماكن الضرر الصغيرة بأكياس الرمل
	تفقد تدابير الحماية من الفيضان
	إزالة وترحيل تجهيزات الحماية
	بدء ضخ التفريغ للمناطق التـــي تعرضت للغمر
التدابير المتخذة بعد انخفاض المنسوب إلى ما دون قيمة العتبة	إحصاء الأضرار والتحقق منها
	تقييم الأضرار
	تخزين التجهيزات، التفقد الكامل
	تحضير مقادير المساعدة المالية للمتضررين

- ضمان الاستقرار الإنشائي للمنحدرات المائلة والأبنية السكنية،
- التعدي على المياه بمواد ضارة،
- تشغيل منشآت فصل خلائط الزيت والماء،

- اختيار تجهيزات التأمين الهامة،
- عمليات ضخ لتفريغ خزانات وقود التدفئة،
- اندلاع حريق في المناطق المغمورة،
- ترحيل مراكز رعاية العجزة والفنادق وحدائق الحيوان،
- تأمين الأماكن لاستيعاب الحيوانات.

ويكون من الضروري التدخل السريع في أغلب الحالات أثناء العمليات الخاصة لكي يتم تجنب الأضرار الكبيرة، وباعتبار أنه يجب دوماً الانتباه لمثل هذه الحوادث، لذلك يجب دوماً الإبقاء على جاهزية القوى البشرية المساهمة في العمليات الخاصة، ويكون هاماً أيضاً تطوير خدمة الإنقاذ والحماية من الحريق لحالة الفيضان، أي المحافظة على جاهزية القوى البشرية المختصة فقط لخدمة الإنقاذ والحماية من الحريق (على سبيل المثال قارب لإطفاء الحرائق مع مرشات محمولة، أنابيب، وسلالم خاصة، أقنعة الحماية لمكافحة الحرائق أو قارب DLRG لإنقاذ الغرقى.

8.2.2.7 تحضير التجهيزات

يجب أن تتوفر العناصر البشرية اللازمة لوضعها في الخدمة أثناء الفيضان مزودة بالتجهيزات المناسبة، ويتبع للتجهيزات كل من معدات الحماية والمواد المساعدة والمواد اللازمة.

الألبسة ورعاية القوى البشرية

تمثل الألبسة الملائمة شرطاً أساسياً للتمكن من مقاومة تأثيرات الفيضان حيث يتم بوساطتها منع وقوع أضرار صحية نتيجة للعمل الدائم في ظروف عمل حرجة، ويجب أن تكون الألبسة دافئة وعازلة ويمكن التعرف إليها جيداً عن بعد في الظلام والضباب (ألوان تصدر إشارات) ملصقات حزاميه مشعة. وتكون الأحذية المطاطية (في حالة مناسيب المياه المرتفعة) والسراويل المستخدمة مبطنة وأيضاً تكون أطواق النجاة ضرورية للأعمال في المناطق المغمورة. وتكون أيضاً الرعاية المنتظمة للعناصر البشرية المشاركة شرطاً أساسياً لتجاوز فترات العمل الطويلة وتجاوز التعب الجسدي الناجم عنها بشكل جيد.

تجهيز العناصر البشرية المشاركة

تحتاج العناصر البشرية المشاركة لتنفيذ مهامها تجهيزات مناسبة لكي تتمكن من القيام بالمهام الموكلة إليها، يجب أن تحضر هذه التجهيزات في إطار تأمين التنظيم ويحافظ عليها، يحتوي الجدول (7-19) على معدات التجهيزات الهامة وعلى المواد اللازمة والمساعدة بدون الحاجة لاستكمالها (كاملة).

والعمليات اللوجستية اللازمة للحصول على التجهيزات واستخدامها في حالة الفيضان تم وضعها في الجدول (7-20)، حيث يحتوي الجدول على المعطيات العامة، وكمثال إرشادات خاصة لتحضير المواد لإنشاء سدة من أكياس الرمل.

الجدول 19.7: إرشادات للعناصر البشرية اللازمة (الاختيار)

معدات التجهيزات	المواد المساعدة واللازمة
وسائط النقل	أكياس الرمل ، الرمل
القوارب	الرقائق البلاستيكية
المضخات	مادة كتامة ، مطاط التكتيم
الخراطيم	المحروقات:
بوالين التوصيل	البنـــزين
مشعات الإضاءة (السراج)، لمبات يدوية	ديزل
مولدات للتيار الكهربائي الطارئة	مادة محروقات
كيس رمل – تجهيزات الإملاء	رعاية
مطابخ حقلية	ملصقات
	الإغلاق والحجز، آرمات الإرشاد
	الألواح السدية، الألواح الجدارية
	جدران الحماية من الفيضان المتحركة
	ممرات الفيضان
	السلالم

ولتخفيض التكلفة يجب أن تستمر مراقبة صلاحية التجهيزات بعد كل استخدام، بحيث يمكن تعويض الأجزاء المفقودة والمتضررة بالوقت المناسب (MENZEL, 1994)، علاوة على ذلك يجب تنظيم عمليات الإصلاح اللازمة، وعندما تكون بعض التجهيزات قيد الإعارة يجب أن يتم تفحصها والعمل على استعادتها.

الجدول **20.7**: الأعمال اللوجستية بالعلاقة مع تحضير واستخدام التجهيزات

مرحلة العمل - الموعد	عموميات	الأعمال اللوجستية في مثال لسدة من أكياس الرمل
الإعداد قبل حادثة الفيضان	اختيار وإعداد التخزين المحافظة على التجهيزات	ملء أكياس الرمل الحفاظ على أكياس الرمل في المخازن
الإنشاء بعد تجاوز علامات الفيضان المعطاة مناسيب المياه المرتفعة	ما هو مطلوب من العناصر المشاركة النقل إلى مركز التجميع (القائمة الدائمة والمعطاة)	نقل الرمل والأكياس إلى مركز التعبئة إنشاء تجهيزات التعبئة تعبئة الأكياس بالرمل نقل أكياس الرمل إلى موقع الاستخدام
العمل (الاستخدام) خلال الفيضان	بدء العمل، مراقبة التنفيذ مراقبة عمل الأجهزة الحماية من السرقة والتخريب، التحسين عند الحاجة	إنشاء ومراقبة السدات من أكياس الرمل تجهيز مناطق الأمان التحسين عند الضرورة زيادة الارتفاع والتقوية
التفكيك بعد هبوط منسوب الماء إلى ما دون علامة الفيضان، مناسيب الماء تنخفض حسب الهدف	الأمر من إدارة العملية إزالة المنشأة ووضع أحد الأجهزة خارج الخدمة، التنظيف المبدئي في المكان الجر ومراقبة الديمومة (الجودة) نقل التجهيزات إلى المخزن	تفريغ أكياس الرمل، التنظيف نقل الأكياس الفارغة إلى المخزن ترحيل الرمل (الاستغلال الأفضل، يمكن أن يكون التخلص منه ضرورياً)
الصيانة والتنظيف بعد حادثة الفيضان	أعمال التنظيف والصيانة فحص العملية استبعاد المواد غير الضرورية للتخزين الملائم للمادة المساعدة الحصول على المواد البديلة	فرز الأكياس المهترئة تجفيف الأكياس وتخزينها تأمين البديل استناداً إلى الأكياس الناقصة
مرحلة ما بعد انتهاء العملية	تقييم العملية تقييم مدى ملائمة التجهيزات، صلاحية المواد المستخدمة، اقتراحات لتقسيم التدابير المقترحة	تقييم الحاجة من الأكياس والرمل على أساس العملية إقرار الملائمة للسدات من أكياس الرمل لمكان العملية اقتراحات وتقييم تدابير الحماية المقترحة (على سبيل المثال منظومة بديلة لأكياس الرمل)

تأهيل العناصر البشرية

يتطلب التعامل مع التجهيزات توفير الكادر البشري المدرّب بأعداد كافية في الموقع ليتمكن من تنفيذ جميع التدابير في حالة الفيضان بدون مصاعب ولكي يستطيع الكادر البشري المدرب بشكل جيد الصمود لفترات طويلة، يجب أن يتم التخطيط لدورات التأهيل والتدريب على العمليات.

يجب أيضاً أن يكون تأمين التنظيم في العمليات بحيث لا تتضرر كامل العملية بغياب أحد الاختصاصيين أو فقدان أحد التجهيزات لوضعه في مكانه المناسب، وينصح بعدم السماح للعناصر غير المؤهلة بالمشاركة.

9.2.2.7 تأمين عملية التنظيم والتصرف بالنسبة للمتضررين من الفيضان

لا يتأثر أحد بالفيضان أكثر من المواطنين الساكنين في المنطقة المتضررة، ويمكن أن تكون تحضيراهم الجيدة هي التـــي تساهم في تخفيض أضرار الفيضان ونتائجها المزعجة الأخرى (أنظر أيضاً الفقرة 9-3). ولهذه التحضيرات ينتمي التصرف الملائم (المناسب) والتجهيزات المناسبة للحالة.

تصرف وسلوك القاطنين حول المجاري المائية

يمكن أن نذكر التدابير الآتية في إطار تأمين السلوك الذي يجب أن ينفذه السكان في المنطقة المتضررة من الفيضان:

- جمع المعلومات عن حالة الأضرار (مستوى الأضرار)،
- تسمية مصادر المعلومات عن محطات القياس وأزمنة الإنذار المبكر،
- تنظيم ترحيل وتأمين الأشياء الثمينة والوثائق الهامة (خزائن البنوك الفولاذية)،
- إيجاد الأماكن الأمينة للمعدات التـــي سترحل،
- تأمين حضور الكادر البشري في وقت الفيضان،
- تقدير المقدرة الخاصة المتوفرة،
- إعداد قائمة الأشخاص الجاهزين لحالة الفيضان،
- تنظيم أماكن السكن في حالة ترحيل المواطنين.
- تفحص مدى إمكانية وفعالية قانون التأمين من الفيضان.

وبالإضافة إلى ذلك يجب أن يحدد السلوك الخاص خلال حادثة فيضان ما (إدارة التدابير الشخصية)، لذلك يجب أن نحدد:

- ما هو مطلوب إنجازه بالتأكيد؟
- ما هو ممكن إنجازه خلال الدراسة الواقعية للحالة؟
- بأي تسلسل يجب أن تنفذ الأعمال المطلوبة؟

يجب أن يتم التفكير بالأساليب المختلفة للمعالجة، على سبيل المثال التمييز بين التدابير الهامة وغير الهامة، بين الأضرار الكبيرة والصغيرة، والفترات الزمنية بين تدابير الحماية مثل ما هو قابل للتنفيذ بسرعة؟ وما الذي يحتاج لوقت طويل لتنفيذه؟ هذه الأمور وربما معايير أخرى يجب أن تدرس أثناء إقرار أسلوب التعامل الخاص وأن تثبت بشكل أفضل كتابياً بصيغة خطة منهجية (Check List)، ومن المفيد معرفة كيفية تثبيت قيمة عتبة منسوب الماء من قبل الشخص المسؤول في خطة الإنذار الرسمية. إضافة إلى التمييز بين مناسيب المياه المرتفعة وقمة الفيضان ومناسيب المياه المنخفضة (أنظر الجدول A, B, C 21-7) ويجب أن تتوفر قائمة البحث (الخطة المنهجية) بنسخ طبق الأصل متعددة وأن تلف وتحفظ (بالنايلون) كي لا تتأثر بالمياه وعلى الأقل بنسخة واحدة أثناء وضع التجهيزات في المخازن.

وخلال إنجاز قائمة البحث (الخطة المنهجية) يجب أن نأخذ بالاعتبار قائمة التفضيل الخاصة والكفاءة الفردية. إن الفيضانات يمكن أن تستمر لفترة طويلة من الزمن ويمكن بالتالي أن تؤدي إلى متاعب نفسية وجسدية شديدة. وعندما تتم المبالغة في الاعتماد على الكفاءة الذاتية يحتمل ألا تنفذ تدابير الحماية المقترحة في الوقت المناسب، ويمكن أن تكون الأضرار الناتجة عن الفيضانات على الأغلب مرتفعة جداً.

ويحتوي الجدول (21-7) إرشادات لمحتويات قائمة التدقيق (البحث check list)، ويمكن أن تدقق القائمة لأية درجة مرغوب بها وأن يلائم تنفيذ التدابير بقدر كبير أو قليل حسب مقدار تطور مناسيب المياه، غير أنه من الضروري تنفيذ الآتي:

- أن تكون المعطيات عن تطور مناسيب المياه موثوقاً بها،
- أن تتابع هذه المعطيات من المتضررين،
- وأن يكون القاطنون حول المجاري المائية جاهزين لتنفيذ تدابير الحماية ليلاً نهاراً.

الجدول 21.7: التحضير الشخصي للمتضررين من الفيضان "قائمة التدقيق لحالة الفيضان" (MÜNCHENER BRÜCK, 1997)

التوقيت	جدول التدابير
A. خلال تزايد منسوب الماء، بعد الإنذار من الفيضان،	قطع الإمداد بالغاز والتيار الكهربائي، فصل الأجهزة الكهربائية، وضع السوائل الخطرة وبشكل خاص القابل للاحتراق منها في أمان أو إغلاقها جيداً، تثبيت الخزانات القابلة للحمل والتـي تحتوي على سوائل قابلة للاحتراق أو الانفجار بشكل جيد، نقل الاحتياطي ومعدات التجهيزات إلى المواقع المرتفعة، تخزين الموبيليا والمعدات المتحركة إلى الطوابق العلوية المرتفعة، ترحيل وسائل النقل إلى المناطق التـي لا تصلها مياه الفيضان. تحضير المواد المساعدة الهامة في مكان أمين: – المواد الغذائية، مياه الشرب، – صناديق المساعدة الأولية والأدوية، – تأمين أكياس الرمل ، الرمل ، المجارف، الأداة، الألواح ، المسامير، – فحص الإضاءة الضرورية (هل البطاريات مليئة؟)، تأسيس سدات أكياس الرمل أمام فتحات الأبنية المتضررة (نوافذ الأقبية الأبواب)، تأمين المعدات في العراء وضع خزانات الزيت في المبنـى أو في القبو بشكل مناسب لمنع عومها أو انتقالها مع الماء ، زيادة ارتفاعات فوهات التهوية إلى مستوى فوق ارتفاع الماء الأعظمي المنتظر تأمين المعدات المتحركة ضد سحبها مع المياه، تأمين الربط الهاتفي (باحتمال التليفون المتحرك)
B. خلال فترة الفيضان	فتح الراديو الذي يعمل على البطاريات لتحسين القدرة على تقييم الوضع، تجنب الأمكنة التـي يمكن أن تنفجر فجأة، ترك المناطق المهددة بالفيضان بشكل عاجل (الحفر، المناطق المنخفضة، الأماكن المجروفة وغيرها)، تجنب الأماكن المغمورة سابقا والمناطق التـي يحدث فيها الجريان السطحي بسرعة وعدم المحاولة لاجتياز المجاري المائية بالأقدام عندما يكون عمق المياه حتى الركبة،

	يجب تفحص أعماق المياه في الحفر أو الأنفاق قبل احتيازها بالعربة (قارعة الشارع المحفورة والمغمورة بالمياه ، مغادرة العربات المتوقفة في المياه فوراً)، التصرف بانتباه كبير في الظلمة باعتبار أنه لا يمكن غالبا التعرف على الأخطار إلا بصعوبة.
C. خلال انخفاض مناسيب المياه، بعد مرور الفيضان	يمكن أن تتعرض أنابيب الغاز والوقود للأضرار. لذلك لا تستخدم النار المكشوفة وإنما مصابيح الجيب لاستكشاف الأبنية. يمكن أن تتسبب خطوط التيار والأجهزة الكهربائية لحالات تماس وصدمات كهربائية، لذلك من المهم ألا نلمس الخطوط والأجهزة الموصولة بها في المناطق المبللة ويجب أولا فحصها قبل وضعها في الخدمة ثانية وفي حالة الانقطاعات في الإمداد يجب أن تبلغ للسلطات المسؤولة. الانتباه أثناء التنقل في المياه – حيث يمكن أن يوجد على الأرض معدات تالفة أو زجاج مكسر، حيث يكون السير فوق العتبات والدرجات معرضا للتزحلق. البحث عن التأمين الطبـــي في المشفى القريب ، بحيث تتوفر المواد الغذائية والألبسة وتجهيزات الاتصالات وتجهيزات المساعدة الأولية في هيئات المساعدة لا تستخدم المواد الغذائية التــــي تغمر بمياه الفيضان، فحص نقاء مياه الشرب وخلوها من الملوثات. عدم زيارة مناطق الكوارث فربما ينشأ من ذلك إعاقة أعمال الإنقاذ أو غيرها من التدابير

في إطار التحضير الشخصي يفضل على الغالب أن يتم تنفيذ ما هو مطلوب بوقت مبكر قبل حصول المفاجأة بتطور مفاجئ للحادثة في وقت لاحق متأخر.

تجهيز المتضررين من الفيضان

يمكن أن تؤخذ الإرشادات لمعدات التجهيزات الشخصية الهامة للمتضررين من الفيضان "أزمة الفيضان" من الجدول (7-22)، لقد تم التمييز بين معدات التجهيزات والمواد المساعدة والضرورية.

يجب أن يوضع كل متضرر في صورة محتوى أزمة الفيضان لتقدير ما يحتاجه، وفي أثناء التغيرات في المكان (مثلاً تغيرات إنشائية) أو في الحالات التــــي تتعلق بالحياة (على سبيل المثال التقدم في العمر) يجب أن تعد قائمة مناسبة.

الجدول 22.7: إرشادات للتجهيزات الشخصية للمتضررين من الفيضان "أزمة الفيضان" حسب (HOCHWASSER, 1998b; MÜNCHENRRÜCK, 1997 BÜRGRINITIATIVE)

معدات التجهيز (غالباً تكون ضرورية)	معدات التجهيز (حسب الحاجة)	المواد المساعدة والضرورية (حسب الحاجة)
راديو (بطاريات)	مضخة (مضخات)	بنزين
مصباح جيب، مصباح غازي	خرطوم ضخ	بترول
مصباح بترولي	كابل لزيادة الطول	كحول
ولاعة، كبريت، شمع	وصلات ربط	اسطوانات غاز
حوض، أداة لأخذ الماء	رباط خرطوم	(خراتيش غاز)
قطع من الخيش	أدوات	
جهاز لفتح العبوات والزجاجات	مولد كهربائي للطوارئ	
مواد تكتيم	كرتون للنقل	
أحزمة ربط، حبل		
شرائح تغطية، مجرفة، سلم		
صندوق عدة (كماشة، مفك، براغي، مطرقة، مفتاح بلولب)		
كتامات سريعة للقنوات		
جهاز طبخ على الغاز، جهاز طبخ للنزهة، مونة		
مخزون من مياه الشرب		

إن جمع التجهيزات الشخصية مناسبة جيدة أيضاً لاختبار المقدرة الخاصة بشكل واقعي. وبذلك يتم تجنب بقاء الأعمال الهامة خلال الفيضان بدون تنفيذ بسبب تحمل الإنسان للكثير من المتاعب في تلك الأثناء.

10.2.2.7 رعاية المتضررين من الفيضان والمشاركين في عمليات الإنقاذ

يجب أن تجهّز أماكن استقبال لتأمين المتضررين، ويجب أن تنشأ حجرات تدفئة للناس الذين تضررت بيوتهم كثيراً من الفيضان ويجب أن تخدم هذه الأمكنة أيضاً لدعم وتدفئة العناصر البشرية المساهمة في عمليات الإنقاذ ودرء الفيضان.

يجب أن يشار إلى أماكن وجود مراكز الرعاية هذه بالملصقات وبمكبرات الصوت بشكل

كاف للتعرف على مكانه كي يتم استخدامه أيضاً، ويتم تأمين العناصر البشرية المشاركة بأعمال درء الفيضان وعمليات الإنقاذ وتأمين المواطنين المتضررين من الفيضان في العادة من خلال منظمات المساعدة، وللتمكن من تغطية ساعات الذروة من الاحتياجات من مواد التغذية يجب أن توضع مطابخ كبيرة في الخدمة، وفي الحالات الخاصة يجب أن يؤمن القاطنون الباقون في الأبنية بخدمة النقل (عن طريق ممر للعربات).

3.2.7 عمل الأوساط الإعلامية

الفيضانات هي حوادث طبيعية يؤثر عليها الإنسان بأوجه مختلفة من خلال نشاطاته الاقتصادية على المجاري المائية، ويجب أن يذكر هنا فقط استخدام المناطق القريبة من المجاري المائية والتحسين الوهمي الذي يتبع ذلك "التأمين من الفيضان"، وتتجمع كثير من المؤثرات السلبية أولاً عبر السنين وتساهم في حدة الفيضان، وتضاف كلفة تدابير الحماية من الفيضان إلى الأضرار الاقتصادية الناجمة وتسجل جميعها، ويجب ألا ينسى أيضاً ألم المتضررين عند إصابتهم بأضرار جسدية.

وبالدرجة الأولى يصيب الضرر السكان القاطنين حول مجاري الأنهار وكذلك العناصر المشاركة في درء الفيضان، والعديد من المواطنين الذين يعملون بالقرب من المجاري المائية وفي هذا السياق تواجه وسائط النقل العامة والخاصة متاعب وصعوبات أيضاً.

ويجب أن يخدم إيصال المعلومات عبر الوسائط المتوفرة للإنذار وتوزيع المعلومات عن الحماية من الفيضان وكذلك إيضاح أسباب نشوء الفيضان وتبيان مدى مساهمة كل سبب منها في الحدث.

1.3.2.7 عناصر المعلومات العامة عن الفيضان والمركبات التربوية البيئية العامة

من الأهمية بمكان أن يتم إعلام السكان والتوضيح لهم كيف يساهم غير المتضررين مباشرة من الفيضان في تخفيض خطر الفيضان، ويمكن أن تدعم المعلومات الموجهة على سبيل المثال التعرف على أهمية التدابير الآتية:

- أهمية أحواض حجز المياه في الحوض الساكب،
- ربط المناطق المحجوزة بالسدات مع المجاري المائية،

- آثار استغلال أودية المجاري المائية على تصاريف الفيضان.

بالإضافة إلى ذلك يمكن أن يحسن قبول السكان التدابير الآتية:

- تسرب مياه الأمطار إلى باطن الأرض،
- تدابير تقنين المياه،
- تدابير التخزين في منظومة الصرف الصحي.

وتكون المجموعة المستهدفة لمثل هذه المعلومات هم السكان جميعاً وبشكل خاص أصحاب القرار في المؤسسات والاقتصاد والمجموعات من السكان الذين سيتأثرون مباشرة بالتدابير المنفذة، ويكون هاماً تحسين القبول لمثل هذه التدابير من السكان جميعاً.

2.3.2.7 العمل الإعلامي - المركز الإعلامي

قبل أن يؤدي الفيضان الحقيقي إلى حالات غمر يبنــى اليوم تصور فيضان ما من خلال الأوساط الإعلامية الممثلة الدائمة ويحول إلى حدث إعلامي كبير ويوضح النقل التلفزيونــي الحي للشوارع والساحات المغمورة وشرح قدرات العناصر البشرية المساعدة وإدخال طائرات الهيلوكبتر وإعلان مجموع الأضرار وعلى الإنسان أن يقاوم مرة أخرى ودوماً طغيان المجاري المائية.

في مجتمعنا الإعلامي (مجتمع الاتصالات) يجب أن يمثل تأسيس مركز إعلامي ما في فترة الفيضان أهمية خاصة لتأمين المعلومات الضرورية للأوساط الإعلامية، وهذا يساهم في تخفيف الأعباء خلال تنفيذ العمليات في المكان وفي مراكز العمليات أيضاً، ويكون ممكناً نقل المعلومات السريعة إلى السكان عن طريق الإعلام. ومن المفيد الاستعانة هنا بعناصر مدربة بشكل خاص والتــي تستطيع إعطاء معلومات إضافية كانت غامضة.

3.3.2.7 إعلام ومحاورة القاطنين حول الأنهار

من خلال طباعة وتوزيع الكراسات والملصقات والنصائح ومواعيد إعطاء المعلومات في المكان يمكن محاورة السكان القاطنين حول الأنهار والمهددين من الفيضان حول إمكانيات حمايتهم الشخصية.

3.7 إدارة التدابير

يتبع لإدارة التدابير جميع الإجراءات التـــي يجب أن تنفذ خلال أحد الفيضانات، ويمكن أن نذكر منها بالدرجة الأولى الإجراءات التـــي أقرت في خطة الإنذار (انظر الفقرة 7-2-2-4) وكذلك التأمين الخاص للمتضررين (انظر الفقرة 7-2-2-9).

وتؤمن الشروط لإدارة تدابير ناجحة من خلال تأمين المنشآت المناسبة (الفقرة 7-1) ومن خلال التدابير المنفذة في إطار تأمين التنظيم والسلوك أثناء الفيضان (الفقرة 7-2)، علاوة على ذلك يجب المحافظة على احتياطي كاف من العناصر البشرية اللازمة المستعدين لدخول العمليات خلال ظروف خاصة لفيضان ما في أي وقت وبشكل مفاجئ وغير منتظر، والشروحات الآتية تنحصر إلى حد بعيد على التدابير الروتينية.

1.3.7 محطات قياس الفيضان

إن القيم المرجعية (القياسية) الهامة لإدارة التدابير هي علامات الفيضان في محطات القياس المتوضعة في ذلك الجزء المحمي لأن جميع الإجراءات في خطة الإنذار من الفيضان ترجع إلى تطور مناسيب المياه في محطة القياس، ولاستكمال ذلك توجد خرائط الغمر المرتبطة بمناسيب المياه.

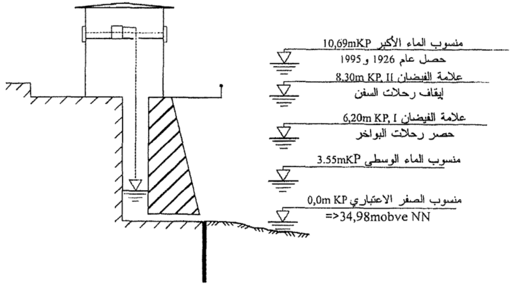
في الشكل (7-107) تم إعطاء علامات فيضان مثالية لمحطة قياس كولن (KP)، تنفذ في كولن تدابير الحماية الأولى في شبكة الصرف في إطار إدارة التدابير عند منسوب الماء في المحطة قدرة 4.5m (KP) في شبكة الصرف الصحي.

يبين الشكل (7-108) محطة قياس كولن خلال الفيضان لشتاء 1995، وأظهر هذا الشكل منسوب الماء في المحطة قدرة 10.69 m KP المسجل في 31 يناير 1995 كأكبر قيمة لمنسوب الماء (قمة الفيضان) وباعتبار أن الحماية من الفيضان لمدينة كولن القديمة وضعت فقط لـــ 10.0 mkp فقد غمرت المدينة القديمة بكاملها من جراء هذه الحادثة.

2.3.7 إيجاد القرار في مركز الحماية من الفيضان

يمثل تنسيق جميع تدابير الحماية أساس إدارة التدابير المنفذة من إدارة العمليات (مركز الحماية من الفيضان، مراكز الإدارة وغيرها)، ويعتبر التنبؤ الجيّد بالفيضان (انظر الفقرة 3-4)

هو شرط التفعيل الملائم للتدابير المقترحة في خطة الإنذار من الفيضان وفي الوقت المناسب عند تطوره، ويجب أن يمد هذا التنبؤ متخذي القرار المسؤولين في مراكز الإدارة بالمعلومات الضرورية عن التطور المفترض لحادثة فيضان ما، وتجمع المعلومات الواردة إلى مراكز الحماية من الفيضان وتفحص وتقيّم، وبعد ذلك يتم اتخاذ القرار بشأن التصرف اللاحق.



الشكل 107.7: علامات الفيضان لمحطة قياس كولن (من STADT KÖLN, 1996)

إن إيجاد القرار في مراكز الحماية من الفيضان لا يكون في الحالات الحدية سهلاً دوماً، ويرتبط هذا بأن تطور مناسيب المياه (النـــزعة) لا يمكن أن يحدد دوماً بوضوح، حيث تؤدي التدابير المنفذة بشكل متأخر إلى أضرار تنجم عن الفيضان، بينما ترتبط تدابير الحماية من الفيضان المنفذة بوقت مبكر جداً وكذلك التدابير المنفذة بعد مروره بشكل غير لازم دوماً بالتكلفة وتقلل الثقة بالإنذار المبكر.

إن هدف التدابير المقترحة في خطة الإنذار من الفيضان عند منسوب محدد في محطة قياس ما والتنفيذ في الوقت المناسب يدعم التأمين الموثوق به من الفيضان ويزيد أيضاً من الخبرة الشخصية لمتخذي القرار، وكلما كانت أزمنة الإنذار المبكر قصيرة كلما كان الزمن المتبقي للمسؤولين لاتخاذ القرارات الصحيحة قصيراً أيضاً.

الشكل 108.7: محطة قياس كولن (KP) خلال فيضان شتاء 1995

ويجري تبليغ القرارات إلى وحدات التنظيم التالية من خلال هيكليات الاتصال الموجودة وهذا يخص إنذار السكان من الفيضان وإبلاغ الأوامر للمشاركين في العمليات، وبذلك يخدم إقرار التعليمات في خطة الإنذار وخطة العمليات كحلقة أساسية.

3.3.7 التدابير الروتينية

بغض النظر عن التعليمات الدقيقة في خطة إنذار ما من الفيضان يجب أن تشرح بعض التدابير في الفقرات الآتية والتي يجب أن تنفذ عند حدوثه، عند ذلك يجب الرجوع إلى التحضيرات الواردة في إطار تأمين التنظيم والسلوك اللازم أثناء الفيضان.

وتتركز الشروحات الآتية على تدابير العناصر المشاركة في العمليات، غير أنها تنطبق أيضاً على المواطنين المتضررين والقاطنين حول المجاري المائية، ويتم التمييز بين الإجراءات المتخذة قبل وبعد حادثة الفيضان، وتخص التدابير المذكورة في النص الحالة التي فيها تتخذ عادة مثل هذه التدابير، وتحدد خطة الإنذار من الفيضان موعد تنفيذها.

1.3.3.7 قبل الفيضان

الوضع: تزداد مناسيب المياه، وبعد إطلاق الإنذار من الفيضان تتحرك العناصر البشرية المشاركة رويداً رويداً وتأخذ هذه العناصر مهامها المعطاة إليها بجدية.

تسليم التجهيزات

في مراكز التجمع تستلم العناصر المشاركة في العمليات التجهيزات المحضرة في إطار تأمين التنظيم (انظر الجدول 7-20) ويجري التسليم عادة وفق صك (وصل) استلام.

تنظيف الشوارع، ترحيل البقايا، أعمال الإخلاء

يجب أن تنظف الشوارع والساحات بحيث لا تحمل أية مواد ملوثة من هناك إلى المجرى المائي، ويجب أن تبعد حاويات الفضلات والبقايا، وبالإضافة إلى ذلك يجب الانتباه إلى أنه يجب ألا تبقى أية معدات كبيرة يمكن أن تعوم على المساحات المهددة بالفيضان (على سبيل المثال جذوع الأشجار المستلقية، عربات البناء وغيرها) وطالما أن هذه المعدات تصطدم بالمباني غير المحمية أو بعناصر الحماية من الفيضان المتحركة يمكن أن تتسبب في نشوء أضرار كبيرة، ويجب أن تفك التجهيزات التكنولوجية للاتصالات وأعمدة النجدة وتجهيزات تشغيل إشارات المرور وتجهيزات النقل الأخرى وتوضع بأمان.

منع تلوث المجاري المائية

إن الأضرار التي تنتج من زيت التدفئة المتسرب أو من التوضع الحر لمواد أخرى ضارة بالماء يؤدي إلى آثار سلبية وطويلة الأمد لفيضان ما وتضر بالبيئة المحيطة كثيراً، ولذلك تكثف إرشادات الإنذار التي تحذر من مثل مصادر الخطر هذه في المناطق المهددة بالفيضان.

إغلاق الشوارع، تحويلات السير، إخلاء الساحات العامة والكراجات

يجب أن تؤمن التدابير المتعلقة بعملية النقل (المرور) استمرار وسائط النقل الفردية بالعمل ولكن بشكل منظم خلال عملية الفيضان أيضاً على الرغم من جميع القيود، وضمن هذا السياق تندرج عملية إغلاق الشوارع المغمورة ووضع إشارات تحويل السير، ويجب أن توضع إشارات المرور ذات العلاقة حسب القوانين الناظمة (أيضاً أن تضاء).

يجب أن ينفذ إغلاق الشوارع الضرورية أو المخطط له قبل الغمر المنتظر لكي يمنع

المواطنين وأصحاب المهن بالوقت المناسب من وضع مركباتهم، وبهذه الطريقة يمكن أن نبقي على الحد من عمليات جر المركبات المحتمل وبشكل خاص لإبقاء هذه الساحات فارغة لمركبات الطوارئ والإنقاذ وللوقاية من الأضرار ويجب أن ننشئ ساحات اضطرارية لسيارات سكان المنطقة، ومن خلال رجال هيئة التنسيق وبمساعدة مركز المراقبة أو بمبادرات من المواطنين يمكن أن يتأمن تنظيم كراج سيارات ومراقبة الدخول إليه، ويجب أن تتأمن مساحات أمينة خلف منشآت جدار الحماية من الفيضان المتحركة (الجاهزة).

يؤمن مركز إدارة النقل الاتصال بجميع الأوساط المشاركة كما ويؤمن بالاتفاق مع مركز الحماية من الفيضان تنظيم المرور للمدينة بالعلاقة مع مناسيب المياه المتوقعة.

وسائط النقل العام القريب للأشخاص

يجب أن يتم إعلام وسائط النقل العام للأشخاص (مؤسسات النقل في المدينة) بالوقت المناسب عن التدابير المتخذة بما يخص عملية النقل (على سبيل المثال إغلاق الشوارع، وتحويلات السير التـــي ينصح بها).

ويجب أن تتوقف عمليات السير بالسكك الحديدية فوق الأجزاء المهددة بالفيضان وأن تعوّض بالنقل بوساطة الحافلات (ما يسمى النقل البديل للسكك الحديدية)، ويتم وضع الأجزاء البديلة والمواقف الاحتياطية وكذلك جداول النقل البديلة في الخدمة، كما ويجب إعلام المستخدمين بالطريقة المناسبة عن هذه البدائل (ملصقات، آرمات).

أعمال الإنقاذ وإطفاء الحريق

تستخدم قوارب خاصة مزودة بأجهزة لإطفاء الحرائق وللإنقاذ بقيادة رجال إطفاء مدربين للقيام بأعمال الإنقاذ ومكافحة الحرائق، لذلك يجب أن تجهز بسيارة على الأقل مجهزة بتجهيزات إطفاء الحرائق والإنقاذ وضوء أزرق وخرطوم وعدة للاستخدام في أعماق ضحلة للمياه.

ويجب أن تعطى إشارات التأهب للمراكز المسؤولة عن استخدام طائرات الهيلوكبتر المعدة لعمليات الإنقاذ وقوارب إطفاء الحرائق.

تأمين الطوارئ (التيار الكهربائي والهاتف)

يجب تأمين علب ربط للتيار أو بطاريات كهربائية لتأمين التيار الكهربائي في حالة

الطوارئ لتأمين عمل المضخات والإضاءة الاضطرارية، كما يجب أن يتم تأمين خطوط هاتف اضطرارية بالقرب من المنطقة السكنية المغمورة.

مكافحة تسرب الزيوت

يجب أن تستند مهمات معالجة تسرب الزيوت للأشخاص المختصين المؤهلين والمجهزين، وتنفذ عادة مثل هذه الأعمال من قبل رجال الإطفاء.

تشييد المعابر

تخدم المعابر للمحافظة على انتقال الأشخاص من وإلى المبانـــي المحاطة بالمياه، وبهذه المعابر تصبح عملية دخول المبانـــي مؤمنة في كل الأحيان (انظر الشكل 7-109)، ويجب أن يحدد ارتفاع هذه المعابر تبعاً لارتفاع مناسيب المياه المتوقع في المكان كما يجب أن تكون أعلى من مناسيب المياه التـــي تنشأ من جراء فيضان يتكرر كل مائة عام مرة واحدة (HW_{100}).

الشكل 109.7: منشآت المعابر تؤمن الدخول إلى المبانـــي

يجري تشييد المعابر حسب خطة مقرة ويجب أن ينتهي تشييدها قبل وصول موجة الفيضان، ويجب أن يؤخذ بالاعتبار عند وضع الخطة أن عملية زيادة ارتفاع المعابر وتوسيعها

وإنشائها خلال عملية الفيضان لا يمكن أن تتم إلا بصعوبة، ويمكن أن تكلف مؤسسة المساعدة التقنية (THW) والجيش الاتحادي ومشاركين من القطاع الخاص بتشييد هذه المعابر.

سدات الرمل

من خلال سدات أكياس الرمل والرقائق البلاستيكية يمكن إبقاء الفيضان في حالات كثيرة بعيداً عن الأبنية وبالتالي منع غمرها.

إن مراكز تسليم الأكياس والرمل يجب أن تكون معلومة مسبقاً ويفضل أن تقع في المناطق المهددة بالفيضان لكي نتجنب مسافة النقل الطويلة، ويجب أن تنشأ مراكز تعبئة أكياس الرمل قدر الإمكان في أماكن محمية من الظروف المناخية، ويجب أن تنظم عملية دخول وخروج عربات النقل إلى مراكز التعبئة والاستخدام لهذه الأكياس. عندما تشارك فرق غريبة عن المكان يجب أن يتم إرشادها إلى المكان وتعريفها به.

يجب أن يتوفر دوماً عدد كاف من أكياس الرمل جاهزة للاستخدام السريع لتفادي الأضرار الناجمة عن انهيار محتمل لسدة (على سبيل المثال تقوية الضفاف) وخلال تعطل منشآت الحماية من الفيضان أو لرفع السدات.

منشآت الحماية من الفيضان الجاهزة والمتحركة

يجب أن تشيد جدران الحماية من الفيضان الجاهزة وتغلق بوابات الحماية المتحركة، ويجب أن تراقب هذه المنشآت بعد تشييدها وتفعيلها باستمرار.

2.3.3.7 أثناء الفيضان

الوضع: نفذت تدابير الحماية حسب معطيات خطة الإنذار (خطة رفع الجاهزية) وقائمة الاختبار الخاصة في الوقت المناسب، وتكون مناسيب المياه مرتفعة، وقد وصل منسوب الماء الأعظمي إلى قيمة التنبؤ الأول.

عمل القوارب

لتأمين السكان ودرء الأخطار يتم تجهيز خط نقل بالقوارب الشكل (7-110)، ويجب أن تعطى نقاط انطلاق القوارب والمواعيد الزمنية وأسماء المسؤولين عنها وأرقام الهواتف في

نشرات المعلومات وفي الجرائد اليومية وبالتالي تكون معروفة للمتضررين، ويجب أن تتم الرحلة في الشوارع المغمورة بشكل منظم خلال النهار على الأقل مرة في الساعة وعند الحاجة أيضاً أكثر من ذلك وفي الليل كل ساعتين قدر الإمكان.

يمكن تقسيم المنطقة إلى نقاط انطلاق واضحة جداً وقدر الإمكان إلى مركز رئيسي واحد فقط يمكّن من خدمة مركزة للنقل بالقوارب والرعاية والتـــي يمكن أن تتم بوساطة الهاتف في كل وقت، ويمكن للمواطنين أن يستخدموا عدا الهاتف للفت الانتباه إليهم التلويح بالمناديل وهز المصابيح بالإضافة إلى حاسة السمع.

وبرهنت القوارب الخفيفة والمطورة حديثاً ذات الطول القريب من 4.0m وبعرض 1.60m من البولي إيتلين على صلاحية جيدة لخدمة النقل في مثل هذه الحالات، حيث أنها غير قابلة للغرق وفي مأمن من الانقلاب وتتحمل إجهادات حدية، وركبت أربع عجلات متحركة والتـــي تمكّن من اجتياز الشوارع في الأعماق الضحلة بالقوارب، حيث يمكن للقوارب بواسطتها السير فوق الماء الضحل وفوق الأماكن الجافة وتسمح بجرها من الماء بدون معوقات فوق الشوارع المغمورة، وهنا لا تكون هذه القوارب مرتبطة بالمعابر المشيّدة في منطقة الضفاف.

والشخص المدرّب الذي يقود القارب هام ويمكن أن يعدّل الأضرار التـــي يمكن أن تنتج من استخدام التجهيزات، ويجب أن يحتوي أي قارب على أطواق النجاة وحبال الإنقاذ وأكياس السباحة، ولكي تبقى هذه القوارب صالحة للعوم والحركة عند تعطل محركاتها ولكي تمكن من منع انجرافها مع التيار يجب أن تجهز بالمجازف والحبال على ظهرها.

وعندما تكون أعماق المياه أقل من متر واحد فوق الشوارع يمكن أن تستخدم وسائط النقل البرية المبطنة حيث تلائم وسائط نقل خاصة قصيرة ولكن بعجلات عالية من الجيش الاتحادي ومن THW ومن شركات إنشاء الشوارع مثل Unimogs ووسائط النقل البرية بشكل جيد، وتجهز هذه الوسائط بأماكن جلوس وألواح سميكة وسلالم (لدخول فتحات المنازل العالية).

الشكل 110.7: عمل القوارب أثناء الفيضان

مراقبة تجهيزات الحماية من الفيضان ومناطق الأمان

تتطلب تجهيزات الحماية من الفيضان مراقبة منتظمة من قبل العناصر المحليين والذين يمكن أن يستجيبوا بسرعة للمشاكل الموجودة في مناطق الضعف وفي المناطق غير المناسبة.

وتنتج إحدى المشاكل عن الفضوليين والذين يمنعون العناصر المساهمة بأعمال الإغاثة ودرء الفيضان وحتـــى أحياناً من دافع الشجاعة المفرطة يشتركون بأعمال تجهيزات الحماية، كما ويجب أن تراقب معابر المشاة وجدران الحماية من الفيضان والسدات وعمل قوارب النقل أيضاً ومناطق الأمان خلف تجهيزات الحماية من خلال لجان التنظيم.

ومن المفيد أن يتم إغلاق المناطق المتضررة لمسافات بعيدة ومنع دخولها إلا للذين يحملون تصاريح بدخولها وهذا يخدم حماية التجهيزات وحماية الممتلكات التـــي ما تزال موجودة ضمن المبانـــي وحماية الفضوليين نفسهم.

3.3.3.7 بعد الفيضان

الوضع: بعد تجاوز قمة الفيضان يبدأ هبوط مناسيب المياه ويبدأ التفكيك الجزئي لتجهيزات الحماية بعد إصدار أوامر الإدارة بذلك (على سبيل المثال جدران الحماية من الفيضان الجاهزة) وإيقاف فعالية تدابير الحماية من الفيضان الموضوعة في الخدمة (على سبيل المثال فتحة الصمام المنـــزلق في شبكة الصرف الصحي).

أعمال الإخلاء

يجب البدء بأعمال التنظيف والإخلاء بشكل متزامن مع انخفاض منسوب الماء لكي يكون بالإمكان إبعاد الوحل الذي مازال سائلاً، ولهذه الغاية تكون عربات الرش وآلات الكناسة ملائمة، ويمكن أيضاً استخدام محاريث الثلج في حالة الكميات الكبيرة وإزالة وإبعاد الوحل الجاف وهذا يكون صعباً ومكلفاً. ويمكن أن تكون كمية الأثاث المنـــزلي التالفة مساوية لأضعاف كمية الأثاث السليم المتبقي، وربما يلزم عدة أيام إضافية لنقل هذا الأثاث.

وللأعمال الهامة بعد الفيضان يلزم أيضاً استخدام المضخات لتفريغ المياه من الأقبية وأرصفة الأنفاق والأودية والمناطق الأخرى والتـــي لا تستطيع المياه الراكدة الخروج منها انظر في هذا السياق (الفقرة 7-3-4). ومن الأفضل البدء بهذه العمليات في المناطق المرتفعة باصطياد الأسماك المتواجدة هناك حسب القانون ورميها حية في المجرى المائي مرة أخرى.

تصوير الأضرار، تقييم الأضرار

إن تدوين حادثة الفيضان والإبلاغ عن الأضرار تعطي فكرة أولية عن الأضرار المتوقعة، ويمكن أن يساهم جميع المشاركين بتقاريرهم الخاصة في هذه النقطة استناداً إلى المعلومات التفصيلية التـــي ما تزال موجودة. إن تقييم جميع المعلومات المتوفرة عن الفيضان مدعماً من خلال التقييمات الإحصائية، يعطي الإشارة الأولى للتحسينات المستقبلية.

المساعدات المالية

تعد المساعدة المالية للمتضررين بعد حادثة الفيضان أداة لتخفيف الآلام الشخصية والاقتصادية، وتكون مساعدات الدولة ممكنة عندما يتم الإقرار بأنه توجد حادثة طبيعية (على سبيل المثال حالات الغمر الواسعة، الأعاصير الشديدة).

يمكن أن توفر المدن والمناطق في هذه الحالة في ميزانيتها وسيلة خاصة لكي تساعد في الحالات القاسية، ويتم الوصول إلى ما يماثل ذلك من خلال اقتطاع ضريبة لتغطية أضرار الفيضان بأمر مناسب من السلطات المالية، وتأتـــي المساعدات المالية الأخرى للمتضررين من الفيضان من خلال التبرعات التـــي تجمعها مؤسسات المساعدة.

بعد أن تحضر الأموال والمساعدات يجب أن توزع على المتضررين بدون بيروقراطية قدر الإمكان، ويمكن أن تقيّم الأضرار المسجلة من خلال لجان الخبراء في المكان، وأثناء إقرار مجموع الأضرار يجب الانتباه إلى مدى ملاءمة قيمة المساعدة المالية المتوفرة بالمقارنة مع الأضرار الناشئة.

ومن المهم جداً الحصول على فكرة عامة عن المبالغ المدفوعة أثناء توزيع التعويضات المالية لكي يتم تجنب دفع مبالغ تفوق القيم الحقيقية، ويكون ذلك هاماً عندما تكون المبالغ المرصودة للتأمين قد دفعت وبنفس الوقت قد تم توزيع التبرعات، ويحقق تجهيز مركز لتنسيق التبرعات فائدة كبيرة في مثل هذه الحالات.

وتم في الفقرة (10-4) شرح الدعم المالي من خلال التأمين ضد الفيضان.

4.3.7 أعمال الضخ – الدفاع عن السدات

في هذا الموضوع يجب أن يتم شرح اتجاهين من التدابير بشكل مفصل والتـــي لها أهمية خاصة أثناء الفيضان وهي:

- أعمال الضخ من المبانـــي،
- التدابير للدفاع عن السدات.

1.4.3.7 أعمال الضخ من المبانـــي

خلال عملية تفريغ أجزاء المبانـــي العميقة (الأقبية، الكراجات وغيرها) بالضخ يجب بشكل خاص عدم تجاهل الأمان من قوى الرفع لبلاطات الأرضية واستقرار الأجزاء الإنشائية (مثل الجدران الخارجية للأقبية والدعامات وغيرها)، (SEEL and RANFT, 1996) علاوة على ذلك يجب أخذ الجريان القادم الشديد للمياه الجوفية من التربة المحيطة بالحسبان.

إن كلتـــي القيمتين الحاسمتين ضغط الماء (وبالتالي قوى الرفع) والمياه الجوفية القادمة

تزدادان مع ازدياد فرق ارتفاع منسوب الماء (انظر أيضاً الفقرة 4-2-2-4) وينتج فرق منسوب الماء الأعظمي من ارتفاع منسوب الماء الجوفي غير المتأثر ناقصاً منه ارتفاع منسوب الماء عند المضخات ولأجل النقاط المتوضعة بعيداً عن مواقع تركيب المضخات ينخفض فرق منسوب الماء حسب هذا البعد، ويمكن أن ينشأ تأثير متبادل أثناء عمل عدة مضخات، ويحتوي الجدول (7-23) على تعليمات عن قيمة قوة الرفع، وقد تم شرح الأسس الهيدروليكية الموضحة لهذه القيم في الفقرات (2-4) و(5-1).

الجدول 23.7: قوى الرفع المائي وعلاقتها بفرق المنسوب المائي

فرق الارتفاع المائي بين الماء الجوفي وماء القبو (m)	قوى الرفع المائي (kn/m^2)
0	0
0.98	0,10
1,96	0,20
2,45	0,25
4,91	0,50
9,81	1,00
19,62	2,00

الأمان من قوى الرفع

تستخدم بلاطات الأرضيات بشكل خاص لمقاومة تأثير قوى الرفع، وعندما لا تحسب بلاطات الأرضيات على سبيل المثال تبعاً لهذه القوى (أي في العادة لا تكون ثقيلة تبعاً لهذه القوى) ينشأ خطر رفع البلاطات نحو الأعلى، وعندما يحدث هذا تظهر بفعل هذا الرفع فجوات والتـــي تؤدي لظهور تدفق شديد للمياه الجوفية، وبفعل هذا الماء المتدفق وسرعته الكبيرة نسبياً يحصل توضع لهذه المياه في أسفل طبقات التربة وبالتالي نشوء حالة حرجة لطبقات كاملة، خلال عملية الترميم يجب أن تستبدل بلاطة الأرضية غالباً بالكامل.

قدوم المياه الجوفية

بالإضافة إلى الحالة الحرجة التـــي يتم فيها رفع طبقات الأرضية يحصل تدفق شديد لمياه جوفية مع تزايد فرق منسوب الماء إلى المناطق التـــي يضخ منها (مثلاً عبر الشقوق الموجودة ومراكز الضعف الأخرى في الجدران الخارجية والقاع) وأيضاً تشكيل مراكز ضعف جديدة

وإضافية ويمكن أن يقود ذلك في طبقات التربة المتضررة إلى جرف جزئيات التربة الناعمة (انظر الفقرة 5-6) ونتيجة لذلك يمكن أن يتعرض المبنـــى لأضرار، وفي حالات نادرة يمكن أن ينتج من ذلك مساس بالأجزاء الإنشائية وبالتالي المساس باستثمار مبنـــى ما بشكل كبير (مثلاً من خلال تشكيل الشقوق بفعل الهبوط الناجم في كامل المبنـــى).

حالات التحميل – أشكال الأضرار

يجب أن نميز من وجهة نظر التحميل بين الآتي:

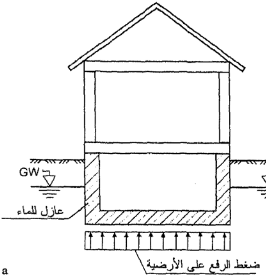
- جدران أقبية وقاع غير نفوذة للماء الشكل (7-111 a)،
- جدران أقبية وقاع نفوذة للماء الشكل (7-111 b)،
- قاع أقبية نفوذة للماء الشكل (7-111 d)،
- ترب نفوذة جداً الشكل (7-111 c).

في الشكل (7-111) تم توضيح أشكال الأضرار وتم شرحها في الجدول (7-24).

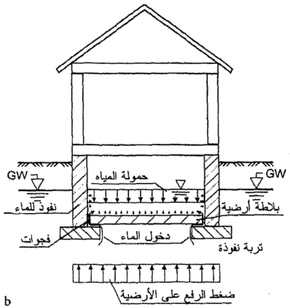
2.4.3.7 الدفاع عن السدات

خلال حادثة الفيضان تكون سدات الحماية من الفيضان معرضة لحمولات حدية ولذلك يجب أن تراقب بشكل دائم خلال الفيضان كي نتعرف على الأضرار ولنتمكن من تحديد التدابير الواجب تنفيذها لدرء الأضرار (MÜLLER, 1999)، وعندما يتقرر تنفيذ مثل هذه الأعمال يكون ضرورياً الإسراع بمعالجتها، وتضاف صعوبة أخرى لهذه المهمة عندما تكون ظروف المناخ حرجة أيضاً.

أثناء تنفيذ هذه الأعمال تتطلب إجراءات الدفاع عن السدات معرفة وخبرة لجميع المشاركين وتحضيرات لوجستية مناسبة، وعلى الرغم من جميع التحضيرات تكون الإجراءات للدفاع عن السدات تدابير مساعدة لمنع الأضرار الكبيرة فقط، وتكون الشروط البدائية غالباً غير معلومة مثل ظروف طبقات التأسيس وعدم التجانس في الإنشاء في السدات القديمة وتأثير القوارض (الخلد، الفأر، القندس) والتـــي تكون هامة في الشروط الحدية للأعمال اللاحقة.



a

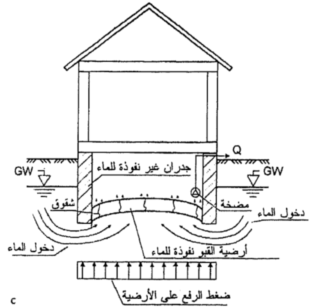


b

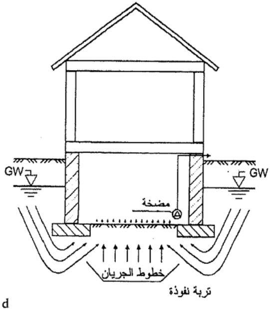
الشكل a, b 111.7: الأضرار الناتجة من أعمال الضخ في المبانـــي المغمورة
a) الأقبية المعزولة b) الأقبية النفوذة

والحرج في هذا السياق هو متانة السدات الطرية نتيجة للحمولات الرأسية أو وسائل النقل، وفي هذه الحالة يجب التعامل معها بعناية فائقة بحيث لا تؤدي تدابير الدفاع عن

السدات إلى تخريب السدة.



c



d

الشكل 111.7 d, c: (تكملة). c) قاع قبو نفوذ d) انهيار هيدروليكي

الجدول 24.7: الأضرار الناتجة من أعمال الضخ في المبانـــي المغمورة

الحالة	الأضرار	ملاحظات عن مسار الأضرار
a	عوم المنشأة بكاملها	يتكون أساس أحد المبانـــي من حوض كتيم (حوض أبيض مثلاً) تنشأ من خلال المياه الجوفية المرتفعة قوى رفع نتيجة لتفريغ القبو من الماء بالضخ، وعبر قوى الرفع يمكن أن يرتفع كامل المبنـــى وبلاطة الأرضية. خطوط أنابيب الإمداد بالمياه أو الغاز وخطوط أنابيب الصرف يمكن أن تنكسر وتصبح غير كتيمة بالتالي عندما ينخفض سطح الماء الجوفي ويمكن أن يهبط المبنـــى بشكل متفاوت (على سبيل المثال في الترب المنـــزلقة لاحقاً) وبالنتيجة الوصول إلى توضع مائل (حرج) لكامل المبنـــى، إن الأضرار الحاصلة لا يمكن ترميمها أو يمكن ترميمها ولكن بكلفة كبيرة باعتبار أن الانزلاقات تتم تحت الأساسات. *الإجراءات المضادة:* إملاء الأقبية بالماء للوصول إلى ضغط معاكس.
b	انكسار بلاطة الأرضية	يمكن أن تنكسر بلاطة الأرضية في أحد الأقبية عندما لا تكون مصممة على مقاومة قوى الرفع، ولقد وضعت مقادير قوى الرفع في الجدول (7-23) ومن ثم تنشأ بلاطة أرضية بسماكة 10cm من البيتون (بوزن ثقلي تقريباً $2500\ KN/m^2$) لتتعادل مع فرق منسوب ماء مقداره 0.25 m. الإجراءات المضادة: غمر القبو إلى ضغط معاكس والتخلي عن تفريغ المياه بالضخ كي لا تنشأ أية فروق ضغط.
c	الحت الداخلي جرف المواد الناعمة	عندما لا يتم تكتيم قاع القبو بشكل كاف يمكن أن تنجرف الجزئيات الناعمة من الجدار أو من المنطقة الترابية عندما لا تكون مزودة بطبقة فلتر متوازنة، يمكن أن ترجع مثل هذه الظروف إلى الملء غير المناسب للفراغات العامة أو لطبقات التربة تحت الأساسات، بعد أن تجرف أولى الجزئيات الناعمة تزداد سرعة الجرف وعمليات الجرف تصبح أكثر تسارعاً مع الزمن، وبذلك يمكن أن تنشأ فراغات كبيرة والتـــي يجب أن تقود إلى هبوطات متغيرة ونشوء تشققات يمكن أن تسبب أسوأ حالات عدم الاستقرار للمنشأة.

		الإجراءات المضادة: وضع رقائق من الفلتر عند مناطق الخروج ووضع أكياس من الرمل فوقها كأثقال. غمر القبو للحصول عل ضغط معاكس، التخلي عن تفريغ المياه بالضخ كي لا ينشأ أي فروق ضغط.
d	الانهيار الهيدروليكي	ينشأ الجريان في جسم التربة في حالة قاع القبو النفوذ بسبب فرق الضغط، ترجع متانة التربة لاحتكاك حبيبات التربة وبالتالي تكون مرتبطة بوزنها، وعبر الجريان في التربة ينخفض الوزن والاحتكاك للتربة.

تدابير الدفاع عن السدة

يتضمن الجدولان (7-25 و7-26) التجهيزات الضرورية للدفاع عن السدات، وتم شرح التدابير ذات العلاقة في الجدول (7-27) ووضحت في الشكل (7-112) وتحتوي الفقرة (7-1-3-14) أيضاً الإرشادات إلى آليات نشوء الأضرار في السدات.

الجدول 25.7: تجهيزات الدفاع عن السدات، (الاختيار حسب
(Auswahl nach SCHAA, 1996; ARMBRUSTER VENETI, 1999)

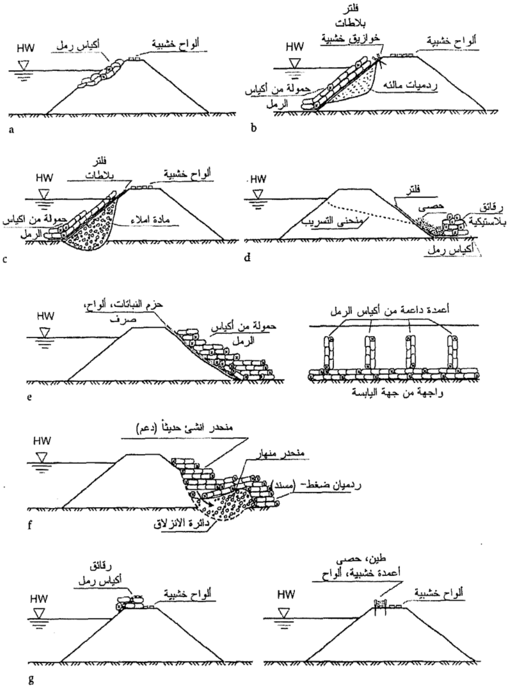
الآلات (التجهيزات)	الأجهزة اليدوية (التجهيزات الصغيرة)
باكر، جنازير عربات نقل (حمولات مختلفة) سبور ناقلة عربات يد قوارب أسوار حجز آرمات إنذار مولدات تيار طارئة طائرات هيلوكبتر	مطارق، مجارف، فؤوس، آلات نشر، كماشات، محاور، مصابيح، تجهيزات اتصال، مصابيح هالوجين. المواد المساعدة: حصائر فولاذية إنشائية، أسلاك مشدودة أو حلقية، نسيج صخري، حزم من أغصان النباتات، رقائق بلاستيك. قضبان خشبية (بقطر 80 mm وبطول تقريباً 80 cm) مسامير فولاذية (فولاذ بناء) طول حتـــى 50 mm مورينات خشبية، ألواح خشبية سميكة، أسياخ تعليم، بودرة تعليم. التجهيزات الشخصية: ألبسة دافئة كتيمة يمكن مشاهدتها بشكل جيد، سراويل مبطنة، أكياس عوم، خوذ، أحذية طويلة.

الجدول 26.7: المواد المساعدة للدفاع عن السدات الاختبار حسب Auswahl nach SCHEAA, 1996)
(LUA BRANDENBURG, 1998; ARNBURUSTER VENET, 1999

التجهيزات	الخصائص	ملاحظات
أكياس الرمل	أكياس من مواد جوت وبلاستيك	تجهيز مستودعات أكياس الرمل
	(35-45 . 70-80 cm)	تفريغ أكياس الرمل بعد
	الأكياس من البلاستيك تكون متينة	استخدامها
	ولكن ربطها يكون أسوأ	صيانة أكياس الرمل ضروري
	أكياس الربط (تراكب أكياس الرمل)	الوضع في المخازن يجب أن
	خراطيم الرمل بأطوال مختلفة	يتلاءم مع الحاجة
أكياس الرمل الكبيرة تقريباً	مع قمع تعبئة ومقبض أنبوبـــي	يكون الحصول على عربات
($1\ m^3$ من الرمل)	فولاذي للتعليق في الباكر	نقل ضروري (مثل الباكر)
مواد التعبئة	الصخور الزلط، الجلاميد، الحصى،	التخزين بالقرب من مكان
	الرمل واللوم	بنائها المفترض
رقائق البلاستيك	رقائق مقاومة للتشقق	حماية جوانب السدة
(نسيج صخري)	($d \geq 0.2$ mm)	عزل السدات المكونة من
		أكياس الرمل
المواد الصوفية البلاستيكية	في مسارات كبيرة غير أن الحصول	
(النسيج الصخري)	عليها سهل (25m×3m) نسيج غير	لإيقاف المواد الناعمة
	نفوذ للماء الوزن تقريباً 500g/m3	
حزم من الأغصان أو النباتات	طول تقريباً 3.5 m	لتوزيع الحمولة في السدود
(حزم جافة)	طول حتـــى 12 m	الطرية
– من الخشب الابري		
– من النباتات الرعوية		

5.3.7 مقترحات التحسين العامة

يذكر مرة أخرى بعض العمليات الحرجة في الوثائق والتقارير وهنا يجب أن تعطى مناطق الضعف المذكورة في هذه الوثائق والتقارير بدون تقييم كخبرة مجردة (الجدول 7-28).



الشكل 112.7: التدابير المتخذة لتأمين استقرار السدات حسب BRANDEN (SCHAA, 1996; BURG، 1998) a) الكتل الترابية. b) انهيار الجانب. c) انجراف ما تحت قدم السدة. d) خروج الماء المتسرب. e) تغلغل الرطوبة في السدة. f) انهيار الأساس عند قدم المنحدر. g) زيادة ارتفاع السدة

الجدول 27.7: أشكال الأضرار الممكن ملاحظتها ومعالجتها أثناء الدفاع عن السدات حسب (SCHEAA, 1996; LUABRANDENBURG, 1998)

انظر الشكل (112-7)	شكل الظهور	الأسباب	أعمال التأمين	المواد المساعدة
			الأضرار على الجانب المائي	
a	أضرار سطحية على السفح (تجاويف) (خدوش وتشققات وجروفات)	مواد عالقة عائمة مع التيار سفح حاد جداً تأثير، الحيوانات القارضة ممرات المشاة	تملأ مواضع الضرر في البداية بالرمل والحصى الخشن والزلط، بعد ذلك تملأ مواضع الضرر الصغيرة بأكياس الرمل، تؤمن مواضع الضرر الكبيرة المتوضعة فوق خط الماء بفلتر صوفي مضغوط متوضع فوق حصيرة من نسيج فولاذي إنشائي، تربط هذه الجملة الإنشائية بمسامير من الحديد المدور المقوى أو أعمدة خشبية مع السفح، بحيث يمنع الجرف تحتها وكذلك قوى الرفع وعندما تكون مواضع الضرر تحت الماء يوضع فوق هذه الجملة الإنشائية أكياس رمل كأثقال.	حجارة، زلط، حصى رمل، حصائر فولاذية إنشائية، فلاتر صوفية أكياس رمل أنواع فولاذية (6/8) أسلاك ربط أعمدة خشبية، مورينات خشبية لتأمين المنشأ.

b, c	انزلاقات السفح، جرف سفلي (غسيل) يظهر انزلاق السفوح من خلال تشكل الشقوق على القمة وعلى المصاطب أو على الجهة الداخلية للسفح	الجرف السفلي لقدم السدة (شكل الضرر هذا يظهر غالباً في السدات بدون مسافة فاصلة عن المجرى أمامية)	تملأ مواضع الضرر بصخور حجرية، بالرمل والحصى الخشن وأكياس الرمل بعد ذلك تؤمن السفوح بفلتر صوفي مضغوط متوضع على حصيرة من نسيج فولاذي إنشائي، هذه الجملة تؤمن بحمولات رأسية من صخور الردميات أو أكياس رمل.	ركام حجري رومية، زلط جلاميد، حصى، أكياس رمل، حصائر فولاذية إنشائية، أصواف فلتر فولاذ إنشائي، أسلاك ربط مورينات خشبية لتحقيق الأمان للجوانب المائلة.
d	مواضع خروج الماء المتسرب المحلية الينابيع خروج الماء المتسرب على السفح الخلفي عند قدم الجانب أو على مصاطب السدة	جسم السدة نفوذ للماء، طبقات تأسيس السدة نفوذة بتأثير الحيوانات القارضة السفوح الحادة. فعالية الحيوانات القارضة انظر أيضاً DVWK, 1997b	في البداية تكون مواضع خروج المياه صغيرة غير خطرة، من خلال العكارة والتصريف الشديد تجرف الجزئيات من جسم السدة، يجب تغطية مواضع الخروج بفلاتر صوفية مضغوطة وتوضع أكياس رمل فوقها كأثقال، بينما يجب ان تؤمن مواضع الخروج الكبيرة بسدات صغيرة بحيث ينشأ ضغط معاكس (خزان النبع). تحسن الشريحة البلاستيكية كتامة حاجز الرمل.	الحصى، أكياس الرمل شرائح البلاستيك

e	تغلغل الرطوبة ترطيب سفح خلفي قدم المنحدر أو المصطبة	فيضان طويل الأمد مواد السدة نفوذة، طبقات الأساس نفوذة	ينشأ أثناء الترطيب الشديد الخطر من انزلاق السفح الخلفي، وضع حزم أغصان النباتات على مساحات من أجل زيادة الوزن للمناطق المرطبة عند السفح الخلفي بمواد فلتر ذات أحجام كبيرة (قبل ذلك يتم وضع الفلاتر في شباك منفصلة عند قدم السفح الخلفي)	الحصى (64/ 4; 32/ 4) الزلط
e	انزلاقات انزلاق السفوح، انزلا قات السفح تظهر عبر الشقوق الطويلة الموازية لمحور السدة، تغير مقطع السدة	ترطيب شديد بعد فيضان طويل الأمد جسم السدة نفوذ أو في حالة أساس نفوذ	يجب أن يتم تأمين قدم السفح المتزلق بواسطة رزم من أكياس الرمل موضوعة على حصائر فولاذية إنشائية وفلاتر صوفية مضغوطة ضد زيادة الجريان الراشح (منضدة ضغط) إن تحميل كتل التربة المنـــزلقة يؤدي إلى تحريك الانزلاق مرة أخرى ويجب أن نمنع ذلك بالتأكيد	حصائر فولاذية إنشائية أكياس رمل مورينات خشبية لتحقيق الأمان للجوانب المائلة
f	انهيار الأساس، انزلاق في منطقة قدم السفح		بعد تأمين منطقة القدم يجب أن تقوى قمة السدة بأكياس الرمل والفلاتر الصوفية المضغوطة بعناية، وبشكل خاص أثبت إنشاء الأعمدة الدعامية صلاحيته	

*	برك ماء الصرف انهيار أو ظهور الينابيع لمساحة الأرض الداخلية (انظر الفقرة 5–6)	الجريان في طبقات الأساس النفوذة أو طبقة تغطية رقيقة لومية في منطقة السدة الخلفية	إنشاء سدة للماء المنصرف للحصول على ضغط معاكس، في مواقع الخروج يمكن أن يمنع ظهور ينابيع أخرى عبر حصائر من الفولاذ الإنشائي مع حصائر فلتر مضغوطة وحمولة رأسية (أكياس رمل أو رمال) كما ويجب ألا يترع الغطاء النباتـــي الموجود أثناء عملية الإنجاز	فلاتر صوفية، حصائر فولاذية إنشائية سلك حلقي، رمل أكياس رمل، صخور
g	زيادة ارتفاع السدات: يرتفع منسوب الماء فوق منسوب قمة السدة	مناسيب الفيضان هي أكبر من الفيضان التصميمي	زيادة ارتفاع عتبة السدة بواسطة أكياس الرمل أو وضع أعمدة خشبية مع ألواح خشبية قوية والتـــي توضع في الداخل معاكسة للأعمدة والفراغات المتبقية تملأ بالرمل أو اللوم.	أكياس رمل، مورينات فولاذية خشبية، أعمدة خشبية، خراطيم مليئة بالرمل، لوم، رقائق بلاستيكية
*	تمرير وترحيل الجليد: أضرار سطحية للسفوح مثلاً مناطق أخاديد شقوق، جروفات	ممرات جليد وتغيير المقطع	التأمين كما في حالة الأضرار السطحية على السفح كإجراء احتياطي يجري تثبيت المواقع المتضررة، ترحيل الجليد يجب أن يتم يدوياً.	

الجدول 28.7: جدول العمليات الحرجة

العملية الحرجة	ملاحظات
العناصر المشاركة، إدارة العمليات	
العناصر المشاركة من المناطق غير المحلية	لا تساهم العناصر المشاركة من المناطق غير المحلية بتخفيف الأعباء إلا إذا كانت تمتلك خبرة اختصاصية في العمليات المطلوبة أثناء الفيضان وتكون محضرة بشكل جيد.
العناصر القيادية وسائقي القوارب	كلتا المجموعتين تكون مجهدة جداً خلال عمليات درء أخطار الفيضان.
استطلاع المكان	تكون عملية إدخال استطلاع المكان في عمليات الفيضان مفضلة، ويجب أن تؤخذ بالاعتبار أثناء توزيع المجموعات المشتركة في العمليات (على سبيل المثال رجال الإطفاء المتبرعين) ويجب أن تلائم التجهيزات بخطى هامة التطورات الجديدة في مجال إبلاغ الأخبار وتجهيزات الحواسيب وذلك بغية ضمان عمل مثالي (التحديث) وتعليمات حول ذلك توجد على سبيل المثال في SPANKNEBEL el at (1999).
مواقع الإدارة، مراكز الحماية من الفيضان	
الاتصال:الحصول على معلومات وإيصالها	بدون توفر المعلومات لا يمكن لإدارة العمليات اتخاذ القرارات، وتأمين قاعدة معلومات هو شرط أساسي للتنسيق الكامل لعملية درء أخطار الفيضان.
وسائط الاتصال	لقد برهن اللاسلكي BOS في مجال 2m كوسيلة اتصال فعالة (هاتف لاسلكي يدوي) فمن خلال التحديث الملائم أو استلاف الأجهزة لفترة قصيرة يمكن تجنب الاختناقات. إن مراكز توزيع الهواتف تكون غالباً ليست أمينة من تأثير الفيضان في توضعها.
السكان: تأمين الطاقة	طالما أن فقدان الإمداد بالطاقة وتعطل الهواتف غالباً ما يلاقي ردود فعل مبالغ بها من السكان لذلك يجب تبعاً لذلك أن تتم صيانة خاصة في هذا المجال.
إنذار السكان من الفيضان	يجب أن تحسن تجهيزات الإبلاغ بشكل عام ولإعلام السكان يجب أن توضع محطات قياس للفيضان والتـــي تمكن من مراقبة موجة الفيضان. يجب على خطة الإنذار من الفيضان أن تتلاءم مع أزمنة الإنذار المبكر القصيرة. يجب أن تنظم المعايير لإطلاق إشارة الإنذار من الكوارث بشكل أفضل.
المواد والأجهزة	يحتاج المخزون من المواد من وقت لآخر للتلاؤم مع المستوى الجديد (على سبيل المثال تحسين العمليات اللوجستية في التخزين والنقل).

8. أوجه العناية بالطبيعة أثناء الفيضان

PETER JÜRGING

نفهم تحت عنوان العناية بالطبيعة مجموع التدابير اللازمة لحماية وتحسين وتأهيل المقدرة الدائمة لإنتاج المحاصيل الطبيعية وتعدد وماهية وجمال الطبيعة والبيئة. إن المجاري المائية مع وديانها هي بدون شك العناصر الأهم لهذه المحاصيل الطبيعية في أرضنا. وعلاوة على ذلك جرت عمليات تغيير على أوردة الحياة هذه وبشكل خاص في المناطق المزدحمة بالسكان. تتركز النشاطات البشرية عادة باتجاه تحقيق الأمان وتحسين فرص الاستغلال، ولكن بعيداً عن واقع الطبيعة بحيث لا تعود تحقق وظائفها الطبيعية الأصلية إطلاقاً أو بشكل غير كاف، لذلك يكون للعناية بالطبيعة في المجاري المائية وحولها وخلال إجراءات الحماية من الفيضان في المناطق السكنية أهمية وقيمة كبيرة والتـــي لم يتم الاهتمام بها منذ فترة طويلة.

من البديهي ألا تكون مساهمة إجراءات العناية بالطبيعة حول المجاري المائية لوحدها هامة للحماية من الفيضان، ولكن يجب إدخال ومراعاة أهمية العناية بالطبيعة في جميع الإجراءات الإنشائية المائية للحماية من الفيضان وفي الأفكار التـــي توضع الخطة بموجبها وفي كل الأمكنة التـــي تكون مفيدة وقابلة للتنفيذ.

ومن الطبيعي أن ينطبق ذلك على الإجراءات في المناطق الواقعة ضمن المدينة وأيضاً تلك الإجراءات المتخذة لأحواض حجز الفيضان في الحوض الساكب والتـــي سوف لا تعالج في هذا الفصل. ولكي نستطيع تقييم معقولية الإجراءات وفعاليتها إيكولوجياً يكون ضرورياً معرفة وتفهم سلوك المجاري المائية.

1.8 المجاري المائية الطبيعية

لقد تكيّفت المجاري المائية الطبيعية الشكل (8-1) وأوديتها بشكل أساسي مع المعطيات الطبيعية المحلية لأحواضها الساكبة، وتحدد تفرد كل مجرى مائي بخصائصه، والمهم في هذه

الحالة هو المناخ والبيئة والجيولوجيا والحركات التكتونية والتربة والغطاء النباتـــي، وعلاقتها مع التصريف السطحي ودرجة استغلال حوضه الساكب. تحدد هذه العوامل في المكان، أي في ذلك الجزء من المجرى المائي حيث تدرس ديناميكية المجاري المائية والأودية من خلال تأثيرات متعددة ويكون للعناصر الأساسية الديناميكية للنظام الإيكولوجي للمجاري المائية مع أوديتها أهمية مركزية. يتوقف تتابع مركبات النظام هذا في المسار الطبيعي لمجرى مائي فقط في حالات نادرة جداً بحيث يمكن الانطلاق دوماً من حالة استمرار للمجرى المائي، وتحدد عناصر النظام الإيكولوجي الديناميكية هذه بالنتيجة شكل الطبيعة وجماليتها وقيمتها السياحية من ناحية النزهة والاستجمام.

الشكل 1.8: مجرى مائي طبيعي

1.1.8 عناصر النظام الإيكولوجي الديناميكية

يتبع لعناصر النظام الإيكولوجي الديناميكية كل من حادثة الجريان ونظام المواد الصلبة (المجروفات) والمورفولوجيا ونوعية المياه وحركة السكن، وجميع عناصر النظام تتغير خلال الفيضان وعلى الغالب تتعرض لأضرار كبيرة.

1.1.1.8 حادثة الجريان

تحدد حادثة الجريان عبر كميات المياه الجارية المختلفة ابتداء من التصاريف القليلة (الجفاف) إلى تصاريف الفيضان ومن مدها وعدد مرات تكرارها وتوزعها على مدار العام (انظر الفقرة 3-2)، وخلال الفيضانات تحدث في الأودية عمليات غمر تعبّر عن الوحدة بين المجاري المائية والأودية، وتتكون عمليات الغمر من سيول غنية بالطاقة في المناطق البعيدة عن المجرى المائي ذات ارتفاعات التخزين الفقيرة بالطاقة، وفي نفس الوقت تعطي حادثة الجريان ظروف جريان وتيارات مختلفة في المجرى المائي، والمهم أن حادثة الجريان تكون مسؤولة عن أحواض تخزين الفيضان السطحية وتحت السطحية وأحواض تخزين المواد (أحواض الترسيب) وتصريف الفيضان البطيء وزيادة التصاريف الضحلة وكذلك المياه الجوفية المتجددة كماً ونوعاً في الوادي، وتحدد حركة السيل والغمر والموازنة المائية الناتجة في الأودية مع حركات المواد الصلبة البنـــى المورفولوجية المتعددة لمنطقة مجرى مائي ما.

2.1.1.8 موازنة المواد الصلبة

تنتج موازنة المواد الصلبة أساساً من عمليات نقل المواد الصلبة لمجرى مائي، واستناداً إلى العلاقة الدائمة بين الجريان وتضاريس المقطع وتأثير التصريف المتغير على الحت والنقل والترسيب وكذلك استناداً إلى معيقات الجريان، على سبيل المثال العائدة إلى الخشب اليابس، تتشكل في المجاري المائية الطبيعية بنية مختلفة، وتتكون هذه المواد الصلبة حسب نوع المجرى المائي من المواد الناعمة العالقة ومواد القاع والمواد الطافية (انظر الفقرة 4-6-1-1) .

إن المواد الناعمة تنتقل على الغالب كمواد عالقة، بينما تنتقل مواد القاع كمجروفات، ويحدث نقل المجروفات في المناطق القريبة من القاع ويكون بذلك أحد العوامل الهامة في تشكيل قاع المجرى المائي، ويرتبط ذلك بشكل أساسي بالتصريف وميل القاع وتكوين القاع ومقدار المواد الصلبة المجروفة، وتتبادل عمليات الحت ونقل المواد الصلبة وعمليات الترسيب في المجاري المائية شبه الطبيعية فيما بينها بشكل دائم، وتصف عملية توازن المجروفات في جزء من مجرى مائي ما وبالتالي أيضاً تؤدي إلى تغير منسوب قاع المجرى المائي (انظر الفقرة 4-6-2). بالمقابل تكون المواد السابحة غالباً من أصل عضوي، مثل الأعشاب وفروع والأشجار التـــي

يرجع أصلها على الغالب إلى نباتات الضفاف والمناطق المجاورة للمجرى (مناطق الغمر).

3.1.1.8 المورفولوجيا

تعبّر المورفولوجيا عن تضاريس المجرى المائي وواديه وكذلك بنية المجرى، وهي نتيجة للعلاقة المتبادلة بين التصريف وموازنة المواد الصلبة التـــي تحدد بالنهاية التطور الذاتـــي لمجرى مائي طبيعي، وهذا التطور الذاتـــي هو الذي يؤمن الغنـــى في التشكيل البنيوي المثير للعجب، والذي يؤدي في المجرى المائي الطبيعي بالعلاقة مع التطورات أو الحوادث الأخرى إلى تغيرات دائمة، وتكون للمجاري المائية ذات البنية التكوينية المورفولوجية المتغيرة لقاعها ومناطق ضفافها ووديانها أهمية مركزية في مجالها الحيوي وهكذا يرتبط اختلاف البنية التكوينية لقاع المجرى المائي على سبيل المثال بالآتـــي:

- بتركيب الطبقات السفلية (التحليل الحبـــي، تنوع الطبقات السفلية)،
- بنموذج التوزيع ثلاثي الأبعاد للطبقات السفلية هذه (مثلاً من التوزيع الناشئ بفعل التيار إلى توضعات خشنة ووسط وناعمة أو إلى توضعات ناعمة فقط)،
- بتبدل وتتابع التضاريس (بشكل خاص من المناطق المختلفة العمق أي تغير العمق)،
- بالسماكات المختلفة لطبقات القاع في المنطقة المدروسة (على سبيل المثال من أجزاء صخرية مغطاة بطبقة نفوذة قليلاً أو غير نفوذة وحتـــى وسادة رملية أو حصوية سميكة).

هذه الرسوبيات القاعية وأنظمتها الحاوية على فجوات على سبيل المثال أسفل قاع المجاري المائية أو في منطقة الضفة المجاورة هي المجالات الحيوية النموذجية الهامة في المجاري المائية.

4.1.1.8 نوعية المياه

تحدد نوعية المياه من كميات المواد الموجودة فيها، دورة هذه المواد، تيارات الطاقة ويؤثر في هذه النوعية العوامل الفيزيائية الآتية:

- الظروف الإشعاعية،
- درجة حرارة المياه،
- التشكيلات المورفولوجية،

- ظروف الجريان،

والعوامل الكيميائية:

- نسبة الأوكسجين،
- المواد غير العضوية،
- المواد المغذية.

تلعب هذه المواصفات دوراً هاماً في المجال الحيوي للمجاري المائية، حيث تؤمن دورة النظام الإيكولوجي (انظر سلسلة التغذية الفقرة 8-1-2) التوازن بين التركيب والانحلال في المجاري المائية الطبيعية، وتؤمن عادة مياه نظيفة دوماً تحتوي على أكسجين كاف للمحيط الحيوي، ولا يمثّل المصطلح "التنقية الذاتية للمياه" الموضوع من قبل الإنسان موضوعاً أو مشكلة في الظروف الطبيعية.

5.1.1.8 حركة الإسكان

تعكس حركة الإسكان عناصر النظام الإيكولوجي المحدد للمحيط الحيوي المذكور سابقاً من خلال تركيب الأنواع ومجموعات الأحياء، وتحدد حركة المياه بشكل حاسم شروط الحياة في المجاري المائية وفي الوادي وفي حالات فردية في الأوساط الحيوية المتنوعة للمجاري المائية النموذجية. ويمكن أن نذكر من هذه الأوساط على سبيل المثال الجزر الحصوية والمجاري المائية القديمة وجداول الوديان أو برك التصريف وفي حالة الماء الضحل أيضاً المصاطب الرملية والطينية الجافة، ولقد تكيفت مجموعات الأحياء الموجودة في هذه المناطق مع ظروف الغمر أثناء الفيضان ومع ظروف الماء الضحل وتأرجحات المياه الجوفية حيث يمكن لهذه المجموعات من الأحياء تحمل هذه الظروف.

6.1.1.8 عناصر النظام الإيكولوجي والفيضان

خلال الفيضان يمكن أن تجرف أجزاء من الأوساط الحيوية وبشكل خاص تلك الموجودة في المياه أو بالقرب منها، في الأماكن الأخرى في مقطع الجريان تتوضع مقابل ذلك مرة أخرى ترب جديدة والتـــي ستتطور فوقها تدريجياً مجموعات من الأحياء مع الزمن طالما تسمح حركة المجاري المائية بذلك.

وللمستقبل البعيد تؤدي عمليتا النشوء والفناء النموذجيتان في بيئة المجاري المائية الطبيعية إلى تواجد مجموعات من الحيوانات والنباتات في مراحل تطور مختلفة فوق مواقع مختلفة النضوج من مجتمعات الأودية الطبيعية (البدائية) وحتـــى المجتمعات الناضجة، لذلك تشكل الفيضانات حالات حرجة، وفي ظروف هذه الحالات الحرجة يمكن أن تتأقلم أنواع حيوانية ونباتية خاصة، وهذا يوضح لماذا تعد المجاري المائية الطبيعية مع أوديتها من الأوساط الحيوية الغنية بالتنوع والبنية في مناطقنا (Patt et al; 1998).

وكمثال لجزء من المحيط الحيوي الواقع أيضاً في مجال حركة المجاري المائية يمكن ذكر الرسوبيات المتوضعة على قاع المجرى، والتـــي تمثل أنظمة تجاويف تحت قاع المجرى (رسوبيات السرير) وفي منطقة الضفة المجاورة للمحيط الحيوي الأهم لغالبية .العضويات المتواجدة في الماء. كثير من الأنواع اللافقارية التـــي تعيش في المجاري المائية تقضي كامل العام في منظومة تجاويف هذه الرسوبيات.

وتمثل الكهوف المملوءة بمياه النهر لكثير من الأنواع أيضاً ملاجئ ضرورية لحياتها، والجزء الأكبر من اللافقاريات الكبيرة والأسماك الصغيرة تنسحب إلى هذه التجاويف أثناء فترة الجفاف وفي الصقيع الشديد ومرور الجليد وأيضاً قبل أمواج الفيضان، ومن الطبيعي أن تلعب الحماية من الأعداء أو الإنذار دوراً كبيراً في انسحابها إلى هذه الأماكن.

2.1.8 العوامل الناتجة عن الأحياء

إن مجموع العوامل الهامة الناتجة عن الأحياء لمجرى مائي هي سلسلة التغذية والتشكيلات العضوية وعبورها بالإضافة إلى التشابك الطولي والعرضي.

1.2.1.8 سلسلة التغذية

إن عناصر المجموعات الحيوية ترتبط مع بعضها من خلال سلسلة التغذية، ونقطة انطلاق هذه السلسلة هي الكائنات المنتجة (على سبيل المثال الطحالب والحشائش المائية والسرخس والنباتات عالية التطور)، والتـــي تنشأ من المواد غير العضوية (المواد الغذائية) بمساعدة أشعة الطاقة الشمسية من خلال التمثيل الضوئي للعناصر العضوية، وترتبط بهذا الكائنات المستهلكة من الدرجة الأولى التـــي هي الحيوانات العاشبة (آكلة النباتات)، هذه الكائنات المستهلكة

بدورها هي الأساس في تغذية الكائنات المستهلكة من الدرجة الثانية التـــي هي الحيوانات اللاحمة (آكلات اللحوم).

وبعد موت جميع الكائنات المنتجة والمستهلكة تعيش على جزيئاتها العضوية البكتريا والفطور، على سبيل المثال، وتتحول هذه بطريقة التمعدن من العناصر العضوية مرة أخرى إلى اللاعضوية، وتوفر بالتالي مرة أخرى مادة غذائية للنواتج، طالما أنه يجري نقل للمواد الغذائية وللطاقة بشكل دائم في المجاري المائية عبر التيار. عندئذٍ يمكن الحديث عن النظام الإيكولوجي المفتوح بدورة غذائية، ومن الطبيعي ألا تسير هذه العمليات بشكل واضح وفق الروتين المعتاد. وتتشابك كما هو في مثل جميع الأنظمة الإيكولوجية أيضاً الأحياء في المياه العذبة مع الأنظمة الإيكولوجية المجاورة ويرتبط ظهورها بالتالي بحجم الأحياء الداخلية والخارجية بدرجة كبيرة أو صغيرة، بحيث يمكن على سبيل المثال أن يقع في النهر جذع من أشجار الضفاف أو يؤخذ من الماء عضية ما من قبل طير لاحم آكل للسمك، وباعتبار أن أنواعا كثيرة تشترك في مصادر الطاقة والمواد الخام هذه التـــي تسمح بنشوء عناصر عديدة مختلفة في الرابطة الغذائية وتنشأ كذلك أيضاً علاقات متبادلة مع الأوساط الحيوية المجاورة، عندئذٍ يمكن الحديث عن شبكة التغذية (JÜRGING et al, 1996).

2.2.1.8 التشكيلات العضوية

تزيد التشكيلات العضوية التنوع في الأوساط الحيوية بشكل كبير في المجاري الطبيعية، ويساهم هنا على سبيل المثال تشابك جذور ولحى أشجار الضفاف والنباتات التـــي تعيش على سطح الماء أو تحته وأيضاً النباتات الميتة، وتكون الأخشاب الساقطة من جذوع الأشجار والأغصان والجذور المغمورة بالماء هامة جداً للعضويات التـــي تعيش على التغذية بالأخشاب أو التـــي تسكن فيها. وبنفس الوقت يزداد اختلاف البنية في المجرى المائي من خلال الأخشاب الميتة الكبيرة المختلفة وتمكّن من ترسيب الأوراق والمواد الأخرى. هذه التجمعات التـــي تكون غالباً عضوية لها أهمية كبيرة ومجالات اهتمام أساسية لكثير من الأخصائيين.

تؤمن التشكيلات العضوية الحماية الأكيدة أثناء الفيضان، حيث تخدم هذه التشكيلات الأسماك الصغيرة كمناطق تربية لها والحيوانات اللافقارية التـــي تعيش في مناطق الأنهار

الداخلية كمناطق سكن وتغذية ووضع بيوض وتلقيح، وتتميز الأودية أيضاً بغناها بالغطاء النباتـــي وباحتوائها على كمية كبيرة من الخشب الميت وبالتالي بتعدد تشكيلاتها العضوية والتـــي هي ضرورية لدراسة كثير من الأخصائيين.

3.2.1.8 الشمولية الإيكولوجية (استمرار المجاري المائية)

إن الصفة العامة لجميع المجاري المائية الطبيعية هي شموليتها الإيكولوجية، كما وصفها (Vannote et al; 1980)، حيث ينطبق هذا الوصف فقط على الماء في إطار التقسيم الطولي الحيوي لها (على سبيل المثال حسب مناطق عيش الأسماك) "مبدأ استمرار المجرى المائي". هذا يشمل ليس فقط إمكانية تنقل الأسماك أو مجموعات الأحياء الأخرى التـــي تعيش في المجرى المائي عبر أجزاء هذا المجرى، وإنما تكون جميع الأوساط الحيوية تقريباً في المجرى المائي الطبيعي من المنبع وحتـــى المصب إضافة إلى المجاري المائية الثانوية أو الرافدة مرتبطة مع بعضها، أي تكون المياه والتجاويف الترسيبية ومناطق الضفاف والوادي متشابكة أحياناً.

وبذلك فان "الشمولية الإيكولوجية" تعنـــي أيضاً التشابك الطولي والذي من خلاله تنشأ مبدئياً أنظمة إيكولوجية للمجرى المائي وأخرى نموذجية للوادي على طول هذا المجرى بكامله بعلاقة متبادلة فيما بينها، واستناداً إلى إمكانيات التبادل والهجرة الناتجة يمكن أن نصف المجرى المائي غالباً، بالعمود الفقري الإيكولوجي، لبيئة ما.

بالنسبة لمجرى مائي طبيعي يكون أيضاً التشابك العرضي هاماً جداً ضمن مجموعات الأحياء المائية والمنفصلة من الماء الجاري الحر حتـــى الوادي ذي الأخشاب الصلدة.

وعلاوة على ذلك فمن الطبيعي أن توجد علاقات متبادلة متعددة مع الأنظمة الإيكولوجية البرية المتوضعة خارج هذه المجاري (على سبيل المثال من خلال شبكة التغذية)، إلى جانب ذلك يمكن أن تشكل الأودية والغابات المجاورة مجالات حيوية جزئية (أوساط عملياتية) لبعض العمليات (على سبيل المثال لأنواع برمائية محددة كبيئة للثبات الشتوي أو بيئة انتشار).

3.1.8 صورة الطبيعة وقيمة الحدث

لقد ظهرت الأنهار الطبيعية مع مجاريها الثانوية وغاباتها الممتدة سابقاً كصورة لبيئات الوادي، وكانت هذه البيئات من وجهة النظر الحالية من الناحية الطبيعية جميلة جداً. إن

البيئات النهرية المتغيرة ديناميكياً تعطي انطباعات متغيرة ومتجددة دوماً بالعلاقة مع الفصول وحوادث الفيضان، وبالتالي فان قضاء ساعة من وجهة النظر الحالية خلال وقت الفراغ والاستجمام في منطقة نهرية قديمة طبيعية هي جنة حقيقية لمشاريع مغامرة واسترخاء.

وبالتأكيد يتم تخفيض هذا التأثير الإيجابـــي على الطبيعة بسبب الحشرات المتواجدة بكثرة في بعض الأحيان أو بسبب الممرات الصعبة نظراً لفقدان الطرق والجسور وبسبب الأشجار المكسرة وغابات الأودية صعبة الاختراق من قبل الإنسان الراجل.

كان أسلافنا غير مشغوفين بالتنـــزه في الطبيعة النهرية الجميلة، حيث كان جل اهتمامهم منصبا أولاً على حصر النهر البدائي وأوديته في طبيعته الفوضوية وسلوكه الديناميكي وبالتالي تخفيض أخطار الفيضان قليلاً ووضع جزء أو عدة أجزاء من الوادي في الاستخدام.

2.8 المجاري المائية المحسنة

نادراً ما توجد اليوم الظروف الطبيعية لأنظمة المجاري المائية التـــي شرحت سابقاً باستثناء الموجودة في الجبال العالية، حيث يندر وجود هذه الظروف في بيئتنا الحضارية والصناعية وطبيعة المدنية، باعتبار أن الإنسان قام بتهذيب معظم المجاري المائية بغية الحماية من الفيضان وتحسين ظروف الاستغلال، والوصف المميز لبيئاتنا الحضارية يشترك فيه المجاري المائية المهذبة والمحسنة في مواقع كثيرة.

منذ بداية القرن التاسع عشر نفذت على العديد من أنهارنا (ألمانيا الاتحادية) تصحيحات لتخفيض خطر الفيضان وللحصول على أراض جديدة. لقد ارتبطت عمليات جعل مسارات المجاري المائية مستقيمة وبشكل قسري كي يحصل تقصير لطول المسار وهذا يقود بالتالي إلى زيادة الميل ونحاول تحقيق ذلك في حالات كثيرة من خلال منشآت عرضية كالعراضات.

وفي هذا الإطار يتم غالباً عزل ونزع الرواسب في حالة المجاري المائية الحاملة للرواسب من خلال تحسين الجداول الأولية وحجز الأنهار.

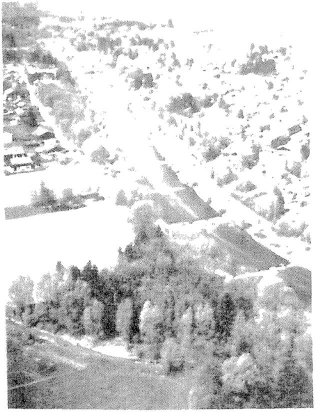
وتؤدي جميع هذه الإجراءات إلى زيادة عمق القاع وبالنتيجة تصبح أشكال الغمر التـــي كانت سابقاً طبيعية ومتكررة في الوادي عديمة الحدوث. لذا تنخفض مناسيب المياه وسطوح المياه في المجاري المائية بنتيجة هذه الإجراءات، وهكذا يتم الحصول على شروط مناسبة في

الأودية للاستغلال والتـــي يمكن أن تنفذ أيضاً من خلال إجراءات الصرف المساحي الفعال تدريجياً. إضافة لذلك تنشأ سدات فيضان مرافقة للنهر ولمسافات طويلة على كثير من المجاري المائية، وبذلك يتم فصل الوادي بشدة أكثر عن المجرى المائي، ويجب أن تقاد تصاريف الفيضان الحدية من خلال مقطع النهر المتبقي والصغير (Jürging, 1995).

1.2.8 عناصر النظام الإيكولوجي في المجاري المائية في المناطق المأهولة

يخص التطور المعنون المناطق ذات الأبنية السكنية والمصانع والأسواق، في هذه المناطق شيّدت معظم مقاطع المجاري المائية بشكل قنوات مكشوفة حسب الحالة بقصد الحماية من الفيضان والاستغلال الأفضل، كما وتم استغلال المناطق القريبة من مياه المجرى لتشييد المبانـــي، وتبدلت الأنظمة الإيكولوجية والعوامل العضوية المشروحة في الفقرتين (8-1-1 و8-1-2) بشكل كبير خصوصاً في المناطق المأهولة ويمكن أن نذكر الملاحظات الآتية عن هذا التبدّل:

- إن حادثة الجريان تؤثر في المقاطع التنظيمية والمنشآت العرضانية (الموجودة في المقطع العرضي للمجرى) ومناطق التخزين وكذلك سطوح الماء المتدرجة (مساقط مائية) انظر الشكل (8-2). يستخدم جزء من هذه المساقط المائية لتوليد الطاقة، بحيث لا يلاحظ السكان في بعض المدن الواقعة على المجاري المائية في حالة الجريان الأدنـــى (الجاف) أو في الفيضان الحدي أو في حالة الجريان الوسطي أي تغير في الجريان في هذه المجاري إلا كسيل هزيل والمسمى اليوم بالجريان المتبقي، وتحصل التغيرات عادة من خلال الإجراءات الإنشائية المائية والتغيرات في كمية المياه المستغلة في منطقة الحوض الساكب ومن خلال التصاريف غير الطبيعية والتـــي يجب أن تجري في مقاطع ضيقة للجريان (Bay LfW, 1998)، وفي نفس الوقت يبقى الغمر بعيد الحدوث حسب أهداف التحسين المنفذ.
- إن موازنة المواد الصلبة تظهر من خلال الإجراءات المتعددة التـــي تعمل على حجز المواد الصلبة في أحواض موزعة في الحوض الساكب من خلال نقص المجروفات وبالتالي من خلال انخفاض الحركة للمواد الصلبة. في الحالات التـــي لا يوجد فيها عجز في المجروفات لا يتم نقل ولا تغيير مكان هذه المجروفات ولكن على الغالب يسمح لها بالمرور عبر بوابات، وفي كلتـــي الحالتين يتم تسوية القاع الطبيعي للمجرى المائي.

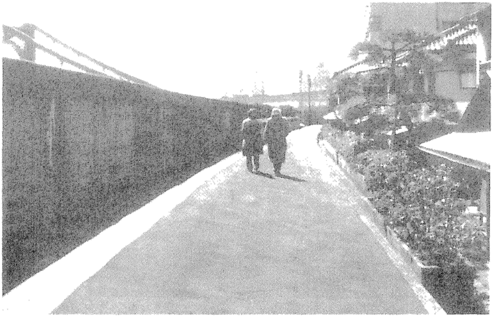


الشكل 2.8: مجرى مائي محسّن بمسار مستقيم ومنسوب ماء متدرّج

– عدم انجاز الأعمال المورفولوجية خلال تنفيذ المسارات الطولية المنتظمة والمستقرة هندسياً، وفي حالة أسرة المجاري المائية المثبتة بالمواد الصلبة كالحجارة أو البيتون وبالتالي المواد الفقيرة بسنكيلاتها المورفولوجية وفي حالة المنشآت العرضية وكذلك في حالة عدم وجود أودية وإذا نفذت فإنها تنفذ بشكل متواضع جداً، وهكذا لم يعد مسموحاً بوجود الجريان بدون احتكاك في مناطق الضفاف وقيعان المجاري المائية المحسنة بأي شكل من الأشكال بغض النظر عن ظروف المكان. ولذلك تعد على سبيل المثال جزر الرمل والحصى في المجاري المائية الواقعة ضمن المناطق المأهولة أيضاً من الأوساط الحيوية القليلة مثل

التجاويف الرسوبية الغنية في تشكيلاتها والدائمة.

- تغير نوعية المياه سلبياً لكثير من المواقع في المجاري المائية المحسنة، والتأثر بنسب مختلفة لجميع العوامل الفيزيائية والكيميائية الهامة مثل ظروف الجريان والإشعاع ودرجات الحرارة والتشكيلات المورفولوجية وكذلك نسب الأوكسجين وبالتالي تبدل الظروف لكل الأوساط الحيوية بشدة. وبشكل أساسي في مناطق المدن حيث سجلت كميات مرتفعة ومختلفة وأحياناً منتشرة من المواد في كثير من المجاري المائية.



الشكل 3.8: كما ترينا هذه الصورة من طوكيو، فانه يمكن أن تصل جدران الحماية من الفيضان في ظروف الحاجة الماسة للمكان إلى ارتفاع يوازي الطابق الأول للأبنية المجاورة التي تزعج السكان بشكل كبير

- تميّز المجموعات الحيوية في المناطق المستثمرة بالتغير السلبي في الأوساط الحيوية نتيجة لإزاحة وتخفيض طيف الأنواع مقابل المجاري المائية شبه الطبيعية (في الطبيعة العذراء)، وهكذا تمثل المساحات الواقعة بين تدابير الحماية والمجرى محيطاً حيوياً اصطناعياً لكثير من الأنواع ويزداد التنوع والاختلاف الحيوي في أحسن حالاته بواسطة قطعان الأغنام والذي لا يمكن أن يوجد في النظام الإيكولوجي الطبيعي للمجاري المائية.

2.2.8 العوامل البيولوجية

في المجاري المائية المتأثرة بالنشاطات الإنسانية تتأثر مجموعة العوامل البيولوجية الهامة بشدة من خلال تأثر عناصر النظام الإيكولوجي، وإلى هذه العوامل تتبع سلاسل التغذية والتشكيلات العضوية والاستمرارية الإيكولوجية، وهكذا يتم تزايد المؤثرات الإضافية بشدة على المجموعات الحيوية.

- تحدد سلاسل التغذية كما تم شرحه في الفقرة (8-I-2) من خلال العناصر المختلفة للمجموعات الحيوية، وعندما تتكون هذه استناداً إلى التأثيرات البشرية فقط على سبيل المقارنة فتكون من الأنواع القليلة المتأثرة جداً في هذه الأيام اصطناعياً وبهذا تستمر دورة الكائنات الحية المنتجة والمستهلكة والمرجعة فقط من وجهة واحدة، وبذلك يكون النظام على استعداد تام للاستجابة للمنغصات الأخرى على سبيل المثال تعزيل النباتات أو أجزاء منها في إطار الصيانة، وفي النهاية تأتـــي إمكانية تخفيض مقدرة سلاسل التغذية الوظيفية أيضاً في قدرة تنظيف ذاتية منخفضة بشكل ملحوظ.
- إن التشكيلات العضوية لم تعد موجودة عملياً في المجاري المائية المحسنة، والتشكيلات المتكونة من جديد، على سبيل المثال، فالترسبات من الخشب الميت، تزال (من وجهة نظر تنظيم تصريف الفيضان) في أغلب الحالات بعيداً عن المجرى، وتبعاً لذلك تختفي مجموعات الأحياء المعتادة على العيش في هذه المواقع أو تهدد بالموت، في غالب الأحيان يتم أيضاً اقتلاع الكثير من النباتات المائية بانتظام في إطار الصيانة للتوصل إلى تصريف بدون معوقات، وهكذا يتم فقدان الكائنات الحية المنتجة في سلسلة التغذية ولكن أيضاً كمكان لنمو كثير من العضويات.
- إن الاستمرارية الإيكولوجية للمجاري المائية لم تعد موجودة غالباً في المدن بسبب المنشآت العرضية في المجرى أو هدارات الحجز، إن العضويات المرتبطة طوال عمرها بالمياه، مثل الأسماك أو الرخويات لا تستطيع بعد ذلك التنقل في هذه الأوساط الحيوية في مفهوم استمرارية المجرى المائي، وتستغل المراعي فقط في الجزء السفلي من المجرى المائي تحت المنشأة. والأنواع التـــي تحتاج إلى أوساط حيوية مختلفة من المياه الجارية، على سبيل المثال، في طور اليرقات، والحيوانات الناضجة القادرة على الطيران تستطيع عبر طيرانها

الانتشار وتخطي المنشأة العرضية ومن ثم الاستمرار أو البدء في دورة حياتها من جديد في الجزء الواقع أمام المنشأة.

- إضافة لذلك يمكن أن تمثل المناطق المقفرة عوائق تنقل على سبيل المثال بعد مناطق تحويل الصرف الصحي أو في الأجزاء المليئة بالماء المتبقي في أغلب أوقات العام، وتصلح نفس الحالة للضفاف الطويلة المثبتة بطريقة بعيدة عن الحالة الطبيعية وبذلك تكون بدون تشكيل (وسط حيوي) كما تصلح لمناطق ضفاف مستغلة بكثرة. وفي أحيان عديدة تكون مناطق التجاويف الترسيبية (Intestitial) عرضة للتحسين أو التشكيل وبالتالي لا تسمح بالانتقال عبرها وهذا يمكن أن يتم باتجاه الأعلى نحو المنبع أو إلى الأسفل باتجاه المصب ويمكن أن يتم في مناطق الضفاف الجانبية أو الطبقات العميقة بحيث يتم انقطاع الاستمرارية في المسار الطولي (تشابك طولي) فلا تعود الاستمرارية في المقطع العرضي (تشابك عرضي) مؤمنة.

وبالنتيجة يجب التأكد من تحسين المجاري المائية بغية الأمان من الفيضان وتحسين ظروف الاستثمار وخاصة في المناطق المأهولة، حيث تخضع الأوساط الحيوية التـــي ظهرت لمرات عديدة سابقة بفعل تغيّر شروط التوازن التـــي خضعت للتغيير والتحسين (تغير حالتها الطبيعية) مع جميع آثارها على المجموعات الحيوية، ومثل هذه المجاري المائية شبه الطبيعة التـــي تبدلت عناصر أنظمتها الإيكولوجية وعواملها العضوية بشكل أساسي وتمت تسوية قاعها وجوانبها، لا تستطيع غالباً القيام بوظائفها الطبيعية أبداً أو حتـــى بشكل محدود جداً، وهي تحتاج إلى صيانة مكثفة ودائمة للحالات التـــي تم فيها التغيير والتحسين للحفاظ على تحقيق الأهداف الاقتصادية المائية.

3.2.8 الصيانة

للحفاظ على الأنظمة غير الطبيعية التـــي حصل لها التحسين تساهم أيضاً الصيانة المشرّعة قانونياً للمجاري المائية، وتشمل هذه الصيانة المحافظة على استقرار التجهيزات التقنية، على سبيل المثال منشآت الهدار وتجهيزات الحماية من الفيضان وغيرها وترحيل معيقات الجريان في سرير المجرى المائي، ويتبع للأخيرة أعمال الصيانة الميكانيكية الممثلة بما

يلي:

- في المجال الحيوي: تنظيف وتعزيل وتحرير سرير المجرى المائي (مثلاً إبعاد الحشائش والنباتات والخشب الميت والترسبات وإجراءات إزالة الأوحال انظر الأشكال 8-4 و8-5 و8-6).

الشكل 4.8: خلال أعمال التعزيل وترحيل الأوحال تتم المحاولة لتخفيض المياه قدر الإمكان

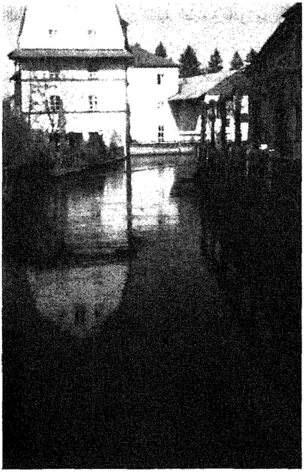
- في المجال البرمائي: أعمال تأمين الضفاف (على سبيل المثال: الحفاظ على استقرار الجدران، تأمين الضفاف عبر مواد البناء والأخشاب بالإضافة إلى العناية بالأخشاب، زراعة جوانب الضفاف لتأمينها أو الحصول على غطاء نباتـي من الحشائش القصيرة للتقليل من الحت).

- في المنطقة الجافة: تنظيف المنطقة ما بين المجرى المائي وسدات الحماية والجداول الفيضانية وميول السدات عبر حصادها المنتظم وتعزيل البقايا النباتية والأغصان والعناية بالغابات المجاورة.

الشكل 5.8: خلال أعمال التعزيل وترحيل الأوحال يمكن أن يجدد كامل سرير المجرى من الأساس

من حيث المبدأ تؤمن أعمال الصيانة الميكانيكية (الحصاد وجمع الحشائش والتعزيل) بشكل خاص العودة إلى الشكل الذي تم التوصل إليه عبر التحسين مرة أخرى، وهذا يعنـــي أن كل إجراء صيانة فعّال لمساحة ما يمنع التطور الديناميكي الخاص للأوساط الحيوية وبالتالي تخريب شروط الحياة في الماء وحوله، وفي كل الأحوال فان أخذ كميات عضوية نباتية وحيوانية يعتبر

اعتداء على سلاسل التغذية وبالتالي على كامل النظام الإيكولوجي للمجاري المائية، وهذا التأثير يزداد شدة عندما يتم التعرض لتشكيل وتسوية قاع المجرى المائي والضفاف أو في الحالة الحرجة (مثلاً خلال أعمال التعزيل حيث تتم تسوية سرير المجرى).



الشكل 6.8: إن سرير المجرى الذي تمت فيه إزالة الأوحال والتعزيل لا تنشأ فيه بعد عقد من الزمن تطورات ديناميكية خاصة

وتكون المؤثرات ذات وزن أكبر كلما كان تكرارها في إطار الصيانة في المجرى المائي أكبر (أي كلما تكرر تأثيرها في المجرى). ومع ارتفاع وتيرة الصيانة تفقد الأحياء استقرارها الطبيعي والتـــي تحدد بشكل حاسم حسب ثبات الشروط البيئية. لم يعد تكيّف الأنواع المتبقية مرتبطا بالعوامل البيئية الدائمة للمجاري المائية وإنما في الغالب من خلال الاختبار

لطرق الصيانة النوعية (Jürging, 1999). يجب ألا ننسى أنه في المجاري المائية المارة في المناطق المأهولة سينتج عن تحسينها نقصان مستمر في الأنواع الحيوية ذات الانتشار العالمي.

4.2.8 صورة المكان وقيمته السياحية

إن تعدد شكل الظهور لجوانب المجاري المائية الطبيعية نادراً ما يكون موجوداً، وبشكل خاص في الأجزاء من المجاري المائية الواقعة ضمن المناطق السكنية المأهولة، حيث يغلب ظهور المجاري المائية بشكلها المحسّن هندسياً على الأشكال الطبيعية للمجاري المائية، حيث تصل المباني السكنية والشوارع إلى الضفاف. أما اليوم فان مجال الحياة في المجاري المائية يضيق بشدة بالنسبة للأحياء المائية كما يضيق مجال الاستفادة منه، نلمس ذلك على سبيل المثال في التزويد السيئ بالمياه من المجرى وفي الوصول إلى المجرى والضجيج والغازات المنطلقة مثلاً من وسائل النقل في الشوارع.

وفي هذا المجال يكون التقييم مختلفاً جداً وخاصاً أيضاً هل الطبيعة جيدة أم سيئة؟ وهل نشعر بجمالها أم لا لأنه في التقييم الشخصي لكل دارس أو مراقب تلعب خبراتهم وعاداتهم دوراً كبيراً، وبنفس الوقت تفرز هذه التقييمات التي ترتكز على العاطفة تغيرات مع الزمن، وهكذا يتغلب تأثير العلوم والعلاقات الإيكولوجية للأوساط ذات العلاقة على حساسية الجمال عند الإنسان، وقبل وقت ليس طويلاً جداً كانت الطبيعة النظيفة والسهلة الاستغلال ما تزال ملفتة للنظر وذات قيمة عالية، (مثل جوانب المجاري المائية المستقيمة وذات الميول المنتظمة) ومحطات للإحساس الجمالي لكثير من الناس، بينما اليوم يتركز الجمال في تعاقب السطوح وتدرج المساحات، أي مدى أصالتها وتمثيلها لما هو بدائي وهذا يعطيها الأهمية الأولى في التقييم.

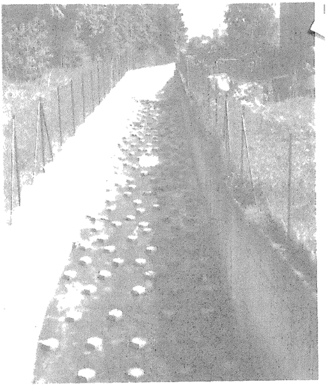
وفي نفس الوقت وبالعلاقة مع الشكل الطبيعي تلعب قابلية وطبيعة المجرى المائي للاستخدام في الترفية والنزهة دوراً كبيراً، وعلى سبيل المثال، فلا تمثل النزهة في قارب عبر مجرى مائي على شكل قناة فيها جريان الماء منتظم وبدون مناظر جميلة من قاع المجرى العميق أية قيمة ترفيهية استثنائية ترسخ في الذاكرة، وفي حالات كثيرة تم تضييق كل مجالات الخدمة الإنسانية للترفية والنزهة لطبيعة المجرى المائي في المدن عندما على سبيل المثال لا يتم الوصول إليها بسبب الحواجز أو الأبنية المشادة على المياه مباشرة (الشكل 8-3).

3.8 الأوساط الحيوية الجزئية للمجاري المائية الواقعة في المناطق المأهولة

إن التوصل في المجاري المائية ضمن المناطق المأهولة إلى ظروف طبيعية على الغالب غير ممكن بسبب المنشآت المتعددة التـــي لا بد منها مثل منشآت الحماية من الفيضان أو غيرها من تطورات المجرى المائي غير العكوسة.

هذا يعنـــي أيضاً أن عناصر النظام الإيكولوجي في المناطق المستخدمة بكثافة لم يعد بالإمكان إعادة تشكيلها مرة أخرى في معظم الحالات ولو توفرت أفضل النيات، ولذلك يوجد بشكل دائم تحسين مرحب به باتجاه العودة إلى الحالة شبه الطبيعية للمجاري المائية في المدن، والآن أصبحت تتوفر منشآت قابلة للتصنيع والتركيب في أوساط حيوية جزئية فهي على الأقل لا تملك أي تأثير سلبـــي على الأمان من الفيضان، ويتبع لهذه الأوساط المياه الجارية وقاع المجاري المائية انظر الشكل (8-8) والضفاف انظر الشكل (8-7 و8-8) وكذلك الأراضي المجاورة التـــي تغمر أثناء الفيضان عند توفرها انظر الشكل (8-9) وكذلك السدات والمجارى المائية الثانوية انظر الشكل (8-10).

الشكل 7.8: جدران عمودية كضفاف تمثل فقط محيط حيوي يسمح بالحياة فيه بشكل بسيط وغريب عن المجرى المائي



الشكل 8.8: إلى جانب الجدران البيتونية العمودية كتحديد للمجرى تم هنا أيضاً تثبيت القاع بحيث لم تعد التجاويف الرسوبية موجودة كوسط حيوي جزئي

ومن وجهة نظر إيكولوجية يمكن أن تظهر هذه الأوساط الحيوية الجزئية بشكل مختلف جداً ويمكن أن تظهر بنوعيتها سيئة وغير مناسبة أو في شروط جيدة للوسط الحيوي، ولقد جمعت أمثلة لذلك في الجدول (8-1).

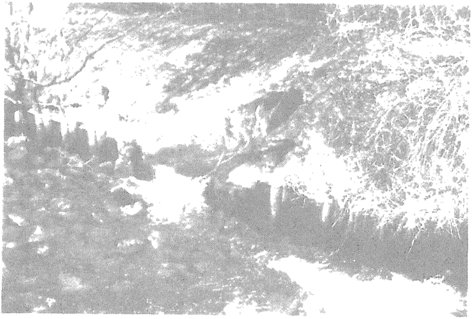
علاوة على ذلك لا يمكن غالباً التشديد بشكل كاف على أنه لا يمكن تعويض عناصر النظام الإيكولوجي الديناميكية من خلال تحسينات منفصلة للأوساط الحيوية الجزئية هذه وإنما يعنسي في العادة خطوة صغيرة فقط ولكنها هامة في الاتجاه الصحيح.

4.8 منظر المدينة، الراحة والاستجمام

إن المطلوب بعد تشييد منشآت الحماية من الفيضان في المناطق السكنية ألا يصبح النهر محالا وبعيد المنال عن الإنسان، وهكذا يجب أن نراعي دوماً زيادة فعالية وحيوية طبيعية مجرى مائي ما وبالتالي دعم قيمته في قضاء أوقات الفراغ في النزهة والاستجمام إلى جانب

التطلعات التاريخية والثقافية، على سبيل المثال الحفاظ على طاحونة تقليدية أو على المنشآت المتوضعة داخل المجرى كما يجب الحفاظ على تحسين منظر المدينة.

الشكل 9.8: لفترات طويلة يتم استخدام الأراضي المجاورة للأنهار في المدن بشغف باتجاهات متعددة



الشكل 10.8: مصب غير طبيعي لجدول يجري في أنبوب مع سقوط في مجرى مائي تمت حماية جوانبه بجدران وتدية

الجدول 1.8: أمثلة لأوساط حيوية جزئية للمجاري المائية ضمن المناطق المأهولة وتحتوي على نوعيات متعددة للأوساط الحيوية.

الوسط الحيوي	شروط حيوية سيئة النوعية	شروط حيوية ذات نوعية غير مناسبة	شروط حيوية جيدة النوعية
المجرى المائي الحر	مساقط مائية بمستويات مياه متدرجة، حجوزات ماء متبق، فترات تشمس شديدة، الفيضان يبقى في القناة	لا مساقط مائية، لكن جريان منتظم بدون تشكيلات مائية جارية بدون مسافات فيها مياه متبقية والتـي نادراً ما تقاوم الفيضان	تشكيلات جريان مختلفة، تظليل جزئي بالحد الأدنـى، قابلية تنقل، أثناء الفيضان تبقى بعض برك المياه المحجوزة
قاع المجاري	ملساء، مثبتة أو معزولة، عملياً لا توجد تجاويف ترسيبية، وجود مواد صلبة ملساء	في سرير المجرى على قاع غير نفوذ توجد طبقة رسوبيات (تجاويف رسوبية جزئية)	مسامات مفتوحة، بذلك تجاويف رسوبية تسمح بالتنقل ضمنها، حت وترسيب
الضفاف	ضفاف رأسية، بيتون، جدران الوتدية (الجاهزة) وغيرها إلى جانب بعض الحشائش، طحالب أو جدائل بدون نباتات أخرى	مقطع تنظيم ثابت وصلب بدون انتقال للماء إلى الأراضي المجاورة، جوانب مزروعة على الأقل بحشائش	بدون مقطع ثابت، انتقالات من الماء إلى اليابسة، جوانب مع غابة صغيرة أو غابات
مناطق مجاورة فاصلة عن سدات الحماية (عند وجودها)	مثبتة، على سبيل المثال بطبقة من الإسفلت غير نفوذة، تستخدم مثلاً ككراج للسيارات	حشائش، استخدام مثلاً كملعب رياضي، حدائق ضيقة أو مخيم	سهوب، غطاء نباتـي شبيه بالحديقة أو على شكل واد من الغابات
سدات (في حال وجودها)	عوضا عن السدة، يوجد جدار عمودي مستمر (من البيتون)	مقطع تنظيم صلب، حشائش من نوع واحد معتنـى بها كثيراً	مقطع محفور بسطح الأرض، مع حشائش نخيلة أو مجموعات من أشجار الغابات
مجاري ثانوية (إن وجدت)	جدول يجري في أنبوب مغطى، مسقط مرتفع إلى المجرى المائي الرئيسي، بدون غطاء نباتـي	قناة تنظيمية صلبة مكشوفة تصب بشكل عمودي مع عتبة صغيرة في المجرى الرئيسي، المنحدرات مزروعة بالحشائش	جدول بمقطع مكشوف غير منتظم، له نفس ارتفاع المجرى الرئيسي ويصب في المجرى، الجوانب مع غابات

ولذلك يجب أن تقام في مناطق من المجرى داخل المدينة طرق على الضفاف للتنزه ومساحات صغيرة للتجمعات ومقاعد مريحة للاستمتاع بمنظر المياه والنهر وبالتالي التمكن من الحصول على نوع من الاستجمام في المكان.

وفي حال توفر مكان كاف في منطقة الوادي يمكن توفير أماكن ومساحات للعب والاستجمام وطرق للمشي والتنزه بالدراجات وتأسيس جسور جديدة أيضاً، كما يجب أن يؤمن الاتجاه المتغير للطرق مناظر ممتعة أو مطلة على الأبنية التاريخية والمراكز التذكارية للمدينة أو على المجرى المائي، ولعدة أسباب يمكن أن يكون مجدياً في المدينة إنشاء مركز تعليمي على المجرى المائي أو ضمن منطقة الوادي والذي يوضح ويشرح الخصائص المحلية، على سبيل المثال أنواع الأحياء النباتية والحيوانية الموجودة في وادي المجرى المائي الخاص بالمنطقة وإطلاع الطلاب والتلاميذ والمهتمين على ممرات النزهة.

إلى جانب ذلك تكون أيضاً زيادة قابلية الاستفادة المباشرة للمجرى المائي لممارسة النشاطات الإنسانية انظر الشكل (8-11) هامة جداً، هذا يعني أنه يجب توفر إمكانية الوصول إلى المجرى المائي وأن تتوفر ضفاف غير خطرة للأطفال ولجمع خبرات عن الوسط الحيوي للمجرى المائي وعن بيئته الحيوانية والنباتية، كما يمكن في الحالة المثالية أن يؤدي ذلك إلى تأسيس وسط للاستجمام قريب من الطبيعي للأطفال على سبيل المثال ما نفذ في السنوات الأخيرة في Pegnitz في نورنبرغ انظر الشكل (8-12) والذي أعطى انطباعاً جيداً (Bay St MLU, 1998).

5.8 العناية بالمجرى المائي وتطويره

يجب أن تندرج إجراءات الحماية المحسنة من الفيضان لأجزاء المجاري المائية الواقعة ضمن المدن بشكل أساسي ضمن التخطيط العام للمنطقة والتي تأخذ بالاعتبار الأهميات الاقتصادية والإنشائية والاجتماعية للمدينة وكذلك التطلعات الإيكولوجية، ويتبع للأخيرة منها بشكل أساسي حماية مناطق المجاري المائية شبه الطبيعية الموجودة والتي يجب المحافظة عليها في كل الأحوال، وكذلك تحسين الوسط الحيوي المتوفر لأجزاء المجاري المائية البعيدة عن الحالة الطبيعية. من الطبيعي أن تتضمن الشروط الأساسية في هذه الحالة أيضاً المقدرة على

إنشاء محطات معالجة ذات استطاعات جيّدة، وتخفيض التحويلات الملوثة إلى المجاري المائية.

الشكل 11.8: طالما يثبت أن المياه من نوعية جيدة تسمح بالسباحة فيها تكون مناطق المدينة الواقعة على النهر مقصد للنزهة في الطقس الجيد دوماً كما هو على سبيل المثال في نهر Isar

الشكل 12.8: تم في نورنبرغ في وادي Pegnitz إنشاء وسط مائي خاص للأطفال متعدد الإمكانيات

1.5.8 تجديد الحيوية لتحسين الوسط الحيوي المتوفر

بناءً على التطور المشروح لمجارينا المائية يتم اليوم في الطبيعة الحرة فقط (وبشكل أكثر وأشد في المناطق المأهولة) البحث بشكل متزايد لإعادة الحياة قدر الإمكان إلى الأنهار والجداول التـي جرت فيها أعمال التحسين في إطار العناية بالمجاري المائية وتطويرها وذلك بغية تحسين وظائفها الإيكولوجية تدريجياً. إن أفضل الحلول هو بالتأكيد إعادة الوسط الطبيعي، وهذا يعنـي أننا لكي نمكن وندعم تطوراً ديناميكياً ذاتياً للمجاري المائية، للعمل على أن تقترب عناصر النظام الإيكولوجي من الظروف شبه الطبيعية مع مرور الزمن.

علاوة على ذلك نادراً ما يكون الوسط الضروري متوفراً للسماح بحدوث تطور ديناميكي ذاتـي للمجرى المائي في المناطق المأهولة والتـي تعطى فيها الأولوية للمحافظة على الأمان من الفيضان وتحسينه وكذلك لأمان المنشآت الموجودة.

في ظل هذه الشروط يكون من المفيد أن نتمكن من تحسين الأوساط الحيوية المنفردة أو عناصر منفردة للنظام الإيكولوجي الإجمالي، وهنا يمكننا ذكر تحسين تنوع التدفقات، قيادة الرسوبيات، تشكيلات سرير المجرى المائي بالعلاقة مع تطور المسار شبه الطبيعي وأشكال الاستغلال الممكنة للمياه، وتخفيض كميات المواد المجروفة وفي النهاية تحسين الاستمرارية البيولوجية.

وخلال إجراءات الحماية من الفيضان يمكن التوصل إلى هذه الأهداف في حالات كثيرة من خلال إعادة التشكيلات المناسبة للمجاري المائية البعيدة عن الطبيعة كمنتج ثانوي مرحب به وعلى الأقل جزئياً، وبذلك يكون ممكناً على الغالب في المناطق المأهولة رفع الفعالية البيولوجية من خلال توسيع المجال الحيوي المتوفر كما تظهر أمثلة كثيرة من الزمن الماضي القريب، وهكذا يمكن إجراء ما يلي في المناطق المستغلة بشدة:

- تشييد الرميات عند الأرصفة،
- التوضع المكشوف المجاري المائية الأنبوبية،
- تحديد مجالات الضفاف،
- تشييد منشآت تأمين الضفاف في المناطق الخلفية وتأمين الوصول إلى تشكيلات ضفاف نموذجية للمجاري المائية،

- توسيع سرير المجرى المائي،
- استخدام أساليب إنشاء تعزز البيولوجية الهندسية،
- تحسين ظروف نمو النبات المحلي المناسب،
- تأسيس جديد للوسط الطبيعي الحيوي.

وأعطيت أدناه تعليمات تقييم الأوساط الحيوية الجزئية المختارة حسب الحالة بيولوجياً أو الإمكانية الفعلية لتشكل عناصر النظام الإيكولوجي مرة ثانية.

1.1.5.8 الماء الجاري الحر

أثناء تغيرات الاستخدام بشكل خاص يمكن أن تتوفر الإمكانية لإبعاد منشآت الحجز وكذلك المساقط وعلى سبيل المثال الاستعاضة عنها بتسوية القاع أو بعتبات في القاع انظر الشكل (8-13). إلى جانب الضرورات الإنشائية المائية يجب الانتباه إلى أن الصخر الخام يوضع قدر الإمكان بدون استخدام للملاط الاسمنتي أو للبيتون وأن تسمح على سبيل المثال للأسماك والأصداف والحلزونيات باجتيازها على الأقل بتصاريف الماء الوسطي وباتجاه الأعلى أيضاً.

وبالإضافة إلى ذلك يجب الانتباه إلى أنه يجب أن يظل التصريف في النهر ولو بسيطاً يمر بين الصخور خلال تصاريف الماء الأدنى (الجفاف)، وعندما لا نستطيع في الوقت الحالي (على سبيل المثال) إعادة إنشاء مساقط وهدارات لأسباب متعلقة بقوانين المياه يجب أن نفكّر هل تستطيع منشأة لمرور السمك أو درج للسمك انظر الشكل (8-14) تخفيف الآثار السلبية لموانع التنقل بشكل جوهري أم لا انظر (DVWK, 1996).

وفي أحيان كثيرة لا يبقى ماء كاف في المجرى المائي بسبب عمليات جر مياه الأنهار (على سبيل المثال لغايات صناعية أو لاستغلال الطاقة المائية) على الأقل لفترات متقطعة، هنا يجب أن تحضرنا أفكار نتساءل فيها ألا توجد إمكانية نتوصل بموجبها إلى زيادة كافية للماء الأدنى من خلال تخفيض استهلاك المياه أو من خلال تغيير توزيع المياه.

ويمكن أن نحصل على نجاح هام أيضاً من خلال إنشاء مقاطع عرضية للمياه في مرحلة الجفاف (التدفق الأدنى) بواسطة عراضات أو صخور تحسّن ظروف الوسط الحيوي.

الشكل 13.8: مسقط قديم في منطقة موحلة تم تحويله إلى عتبة قاع بحيث يمكن على الأقل في هذه المنطقة إعادة مقدرة على عبورها مرة أخرى من قبل الأحياء المائية.

وتنتج بالطبع خطوة هامة لتحسين الوسط الحيوي للماء الحر من خلال تشكيل مسار المجرى المائي شبه الطبيعي عبر إنشاء حلقات جريان جديدة والحصول على مقاطع عرضية للمجرى متبدلة كثيراً وسرعة وضع حدود لاستخدام مثل هذه المنشآت وخاصة في المناطق المستغلة بشدة.

2.1.5.8 قاع المجرى المائي

في الأجزاء المحسنة من المجرى المائي تجري أعمال التثبيت على القاع بشكل متقطع بحيث لا يمكن أن تتشكل أية تجاويف ترسبية في الحالة الحرجة انظر الشكل (8-8). وإعادة إحياء هذا الوسط الحيوي من خلال تشقق القاع ذات أهمية كبيرة للمجاري المائية نظراً لاستمراريتها الكافية، وبالتأكيد يجب الانتباه إلى أنه من خلال جمع هذه الإجراءات لا يمكن أن تحصل في القاع أي زيادة أخرى في عمق القاع مرة أخرى، ولذلك يجب التطلع بداية إلى موازنة متعادلة لحركة الرسوبيات في إطار عمليات إعادة التشكيل (انظر أيضاً الفقرة 4-6-2)

كذلك يمكن أن يزاد عرض سرير المجرى على سبيل المثال، أو يجب أن يتأمن توريد مواد معروفة صلبة كافية بعد عمليات الجرف المحلية من الأجزاء العلوية للمجرى الشكل (8-15).

الشكل 14.8: ممر أسماك يمكن أن يخفف تأثيرات إنشاء أحد الهدارات كمانع للحركة بشكل كبير.

عندما لا يمكن منع زيادة عمق المجرى المائي عن طريق زيادة عرض هذا المجرى أو قدوم الرسوبيات من الأجزاء العلوية، يجب أن نمنع عمليات الحت المؤدية إلى زيادة العمق في أجزاء المجرى الواقعة في المناطق المأهولة عبر إجراءات التحسين (التنظيم).

إن إمكانية التشكيل تكون هنا مثلاً الحصول على الأمان بواسطة بلاطات قاعية والتـــي تقوّي القاع محلياً وإلا نتج قاع مفتوح (يحصل جرف في هذه المواقع)، وعندما تستوجب الحالة حماية سطحية مصمتة للقاع يمكن أيضاً أن تنشأ طبقة واحدة من الحجارة المدورة

المستخدمة في المنشآت المائية، وبلا شك يجب أن تقاوم المواد الإنشائية المستخدمة هنا إجهاد الجر (إجهاد القص) في ظروف التصريف التصميمي (انظر الفقرة 4-6). في حالة التصاريف النظامية تترسب على طبقة الحماية هذه مواد ناعمة وتتكون أيضاً تجاويف ترسيبية اصطناعية رقيقة.

الشكل **15.8**: تم أخذ الرواسب المتوضعة في الجزء العلوي من مجرى نهر Isar فوق هدار Oberföhring ووضعها ثانية في جزء المجرى الواقع أسفل الهدار ولكن بعد أول فيضان تم جرف الرواسب التـي وضعت

وبشكل أساسي يجب أن يتشكل سرير المجرى المائي كقاع غير متجانس مفتوح مع إمكانية لتغيير مواقع ترسيب المواد، وبذلك يتحقق الشرط الأساسي للاستمرارية في الاتجاه الطولي والاتجاه الرأسي (علاقة متبادلة بين التجاويف الترسبية وأمواج الجريان) وتنشأ عبر تغير مواضع ترسيب المواد الصلبة مصاطب حصوية ورملية وكذلك هضيبات وحفر والتـي تمثل أوساطاً حيوية صغيرة للأحياء المائية مرتبة مثل الموزاييك والتـي تركز الجريان في مرحلة الجفاف (DVWK, 2000a).

3.1.5.8 الضفاف وأحزمة الضفاف

كثيراً ما تتم حماية ضفاف المجاري المائية في الأجزاء الواقعة ضمن المدن بالبلاطات

الإنشائية المائية وأحياناً بالجدران البيتونية الرأسية كي يتم التمكن من استغلال المساحات القريبة من المجرى بالشكل الأمثل انظر الشكل (8-8). لدى توفر مكان كاف يمكن ربح مساحات جديدة يمكن أن تستغل عند ذلك كما يمكن أن تنشأ الضفاف المثبتة بعيداً نحو الخلف بعد الأخذ بالاعتبار حركة المياه والحماية من الفيضان، وعندما تكون إزاحة الضفاف إلى موقع أبعد عن المجرى المائي ممكنة، يكون من المفيد أيضاً إعادة تشييد الممرات المؤدية إلى المجرى المائي على التوازي مع زيادة أبعاد مقاطع الجريان التي تمرر تصريف الفيضان في المناطق المجاورة للمجرى المائي وجعل المياه وسطاً حيوياً مرة أخرى.

ومباشرة في مناطق المدينة التي يمر بها المجرى المائي حيث لم تعد الوديان موجودة وحيث لا يمكن إعادة الطبيعة إليها مرة أخرى (التطبيع) يجب إنشاء أحزمة ضفاف أينما تسمح الحالة بذلك ويساعد الاستنبات بالنباتات والغابات المحلية المناسبة بتحقيق الأمان للضفاف إلى درجة هامة وطبعاً يجب الأخذ بالاعتبار تطور الغطاء النباتي في التطلعات المستقبلية أثناء عملية الاستنبات بحيث لا تستوجب أعمال رعاية وصيانة بعد مضي وقت قصير من النمو.

وعندما تكون أحزمة الضفاف عريضة بشكل كاف يمكن أن توضع في خدمة العمليات الديناميكية للمجاري المائية، وهذا يعني أنه لا يعاد تشييد كل الهيار للضفاف مباشرة، ويجب أن يكون هدف كل تشكيل لحزام ضفة ما هو تخفيض صيانة المجرى المائي أيضاً، وفي نفس الوقت تحسن أحزمة الضفاف المستنبتة بالغطاء النباتي أيضاً شروط الحياة في المياه، ويمكن أن تصبح أوساطاً حيوية متعددة ومتنوعة، بالإضافة إلى ذلك يمكن أن تتواصل الأوساط الإيكولوجية المنفصلة والمتواجدة في المنطقة عبر أحزمة الضفاف الجديدة، وفي الحالة المثالية يمكن أن تؤدي إلى ربط الأحياء مع بيئات الوادي غير المأهولة (DVWK, 1997a).

وعندما لا تسمح ديناميكية المجرى المائي تبعاً لظروف المكان باتخاذ أحزمة ضفاف لذلك يكون إنشاء جدران حماية من الفيضان على الغالب ضرورياً ولأسباب تتعلق بالأمان من هذا الفيضان، ولكن يجب ألا تكون جدراناً بيتونية مستمرة ومنتظمة، حيث مع شيء من الخيال يمكن أن يحسّن المصمم منظر المدينة وإمكانيات التنزه والاستجمام والأوساط الحيوية الجزئية أيضاً.

وهكذا يشيد في مدينة Wasserburg على نهر الإن (Inn) جدار متدرج للحماية من الفيضان. وبين الجدار الاستنادي من جهة الماء وجدار حماية من جهة اليابسة نفذ كورنيش جديد ومنصات مطلة على طول نهر Inn بينما تفصل بعض النتوءات والأركان طول الجدران. وتتركّز أهمية منشأة الجدار الكاملة على الحفاظ على منظر المدينة التاريخي لجنوب البلاد الممتع (OBB, 1990). وهنا يمكن أن يتحقق تشكيل مفيد ضمن المخطط التنظيمي الإنشائي للمدينة مع تدريج للجدران البيتونية المطلة المتسلقة بالتوافق مع تتابع المصاطب المختلفة والتـــي تتوضع بعيداً عن مركز المدينة في طبقة ضفاف نهرية قريبة من شكل الحدائق.

بنفس الوقت يمكن إعطاء المجرى المائي مكاناً أكثر من خلال إجراءات إعادة البناء إلى جانب الحماية من الفيضان المحسنة وتحسين إمكانيات الاستجمام والتنـــزه القريبة بحيث ترافق النهر مساحات حصوية جانبية خلال تصاريف الماء الوسطي.

هذه الأوساط الحيوية الجزئية ذات المروج (بعمر السنة والمؤقتة) تؤمن منطقة انتقالية برمائية بين الماء واليابسة انظر الشكل (16-8).

الشكل 16.8: تشكيل منشأة للحماية من الفيضان على شكل كورنيش

وعندما تتم دراسة كاملة تنشأ حالة تجلب معها تحسيناً محدوداً لإيكولوجياً المجرى المائي وإغناء الاخضرار ضمن المدينة والتـــي تنال موافقة وقبول جميع السكان بكل طبقاتهم.

4.1.5.8 السدات

عندما تنشأ سدات جديدة أو يزاد ارتفاعها أو يعاد تشييدها يجب أن تخضع لمتطلبات أمان خاصة بالنسبة لأمان الاستقرار والغمر والتسرب (انظر الفقرة 7-31)، وعندما تتحقق المعايير وتنفذ يجب الالتزام عندها بسدة منتظمة ورتيبة ذات مقطع تنظيم ومزروعة على الغالب بحشائش قصيرة ولكن يجب ألا تعد مكاناً لإجراءات تشكيل الطبيعة (إعادة تشكيل الطبيعة).

وعندما يسمح المكان يجب الردم بحجوم أكبر من المقطع الأصغري الذي تتطلبه حسابات التوازن، حيث تسمح هذه الزيادات بالتشكيل للسدة وتمكّن من زراعة النباتات، ويجب أن توضع طرق الدفاع عن السدة الضرورية ضمن تصميم الكورنيش لتستخدم كطرق للدراجات وللتنـــزه والاستجمام (ATV-DVWK, 2001a).

وكمثال نموذجي يجب أن يذكر هنا مرة أخرى نظام الحماية من الفيضان في Wasserburg حيث تتصل سدة بجدار الحماية المتقطع والضروري والموجود سابقاً في جنوب المدينة القديمة فقط في الجزء المتفكك من المنشأة المعاد بناؤها، وأثناء تشييد هذه السدة تم التركيز للحفاظ على مجموعة من الأشجار القديمة ذات القيمة الكبيرة للحصول على إطار متغير كثيراً وتطور لتشكيل المنطقة، وحسب ظروف المكان الضيق يستكمل جدار صغير ومنحدر السدة. وتربط الصخور الكبيرة والنباتات الحراجية المناطق الانتقالية بالجدار.

وتنشأ الطرق التـــي شيدت بها السدة بحسب الأشكال المتبدلة للسدة انظر الشكل (8-17). هذه المنطقة المشجعة والتـــي تأخذ شكل الحديقة يتقبلها السكان بشكل جيّد. ومن جهة الماء تؤدي تشكيلات المنطقة مباشرة إلى النهر وتمكن الأماكن المرتفعة من الحصول على إطلالة إلى السطح المائي والجهة المقابلة من النهر، وأماكن الجلوس الصغيرة تدعو للمكوث فيها ، وتعتبر المصاطب الحصوية المتوضعة في مناطق النقاء محببة للسكان لتستخدم في الصيف كأماكن للشواء. وعدا ذلك تترك المناطق القريبة من المجرى كمناطق تعاقب طبيعي، وهكذا

تنشأ مروج هامة على التوضعات الرملية الناشئة من الفيضانات. ومع مرور الزمن تتكون غابة ضيقة مرجية في وادي النهر.

الشكل 17.8: سدات الحماية من الفيضان شيدت على شكل حديقة تدعو للتنـــزه.

5.1.5.8 الجداول الجانبية (الثانوية)

إن خطوة أخرى في الاتجاه الصحيح هي ترك المجاري الثانوية الجانبية بدون إجراءات تثبيت من أجل مراعاة الأهمية الإيكولوجية للمجرى المائي، وبالنظر إلى قابلية التمرير لتحسين نقاط الالتقاء العرضية والطولية، يمكن أن نذكر ربط المجاري الثانوية مع المجرى الرئيسي القادر على تنفيذ مهمته، بحيث تستطيع أحياء المجرى المائي، على سبيل المثال التراجع إلى المجرى الثانوي خلال فترة الفيضان في المجرى الرئيسي.

ويكون مثالياً عندما يصب المجرى الثانوي المكشوف (والذي شكّل قدر الإمكان بشكل طبيعي) في المجرى الرئيسي عبر عتبة صخرية أو منشآت شبيهة بممرات الأسماك بدون ميول كبيرة. في حالة الميل غير الشديد جداً يمكن أن توضع عتبات من حزم جذوع الأشجار في المناطق الانتقالية. تعمل النباتات والأشجار غير المقتلعة من قبل التيار في منطقة القاع فقط في

البداية على حماية القيعان ولكن بعد فترة قصيرة من بدء الفيضان تنتقل هذه المهمة إلى جذور الأشجار والنباتات المقتلعة. وفي جميع المجاري (المصبات)، وبشكل خاص في مثل هذه الإجراءات البيولوجية الهندسية، يجب الانتباه إلى عدم حصول تضيق لمقطع الجريان مع مرور الزمن عبر تطور الغطاء النباتـــي، كما يمكن أن يكون ضرورياً تأمين الضفة المقابلة لنقطة الالتقاء في المجرى المائي الضيق.

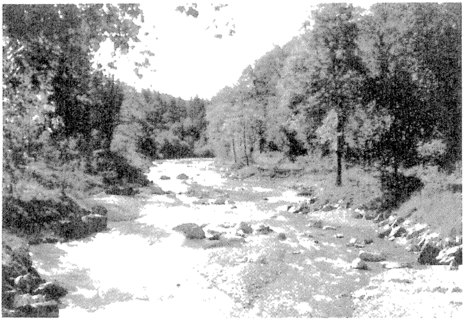
ويجب أن تختار زاوية الالتقاء مع المجرى الرئيسي في منطقة المصب بين 60° -45° عندما يكون ممكناً وهذا يتوافق مع حالة المصب لأغلب المجاري المائية الثانوية والتـــي في العادة تنقل من قبل المجرى الرئيسي مع مرور الزمن باتجاه الجريان، وبالتالي يصبح التيار الملائم للأحياء المائية في المجاري المائية أطول وقوى الحت الممكنة على الضفة المقابلة تصبح أقل بشكل ملحوظ.

6.1.5.8 المجاري المائية الكلية

من الممكن في حالات نادرة أن نعيد مجرى مائي منظّم (محسّن) إلى حالته شبه الطبيعية بشكل كامل في منطقة مأهولة. ومثال على ذلك هو نهر لويزاخ في كارمش – بارتن كرشن (Loisach Garmisch-Parten Kirchen)، والذي أعيد تشكيله لمسافة جريان طويلة في إطار تحسين الحماية من الفيضان حسب وجهات نظر إيكولوجية، ولقد مكنت ظروف المكان المناسبة توسيع سرير المجرى المائي بشكل ملحوظ بينما تمت المحاولة للمحافظة على الأشجار الكبيرة.

واليوم يمكن أن ينظر إلى نهر لويزاخ في هذا الجزء مرة أخرى كمجرى مائي شبه طبيعي، وتحدد حوادث الجريان الطبيعية إلى حد كبير بظروف جريان مختلفة وحركة رسوبيات متوازنة ومجرى مائي من الطراز الألبـــي الغنـــي في بنيته التشكيلية النموذجية بالأوساط الحيوية الأشكال (8-18 و8-19).

الشكل 18.8: كان نهر لويزاخ المحسن قبل إعادته إلى طبيعته يوصف بطبيعة مجراه الضيقة وكثرة الأشجار والنباتات



الشكل 19.8: واليوم بعد سنوات من تطبيعه يظهر لويزاخ عنـــى في تشكيله شبه الطبيعي

2.5.8 قنوات تخفيف الفيضان

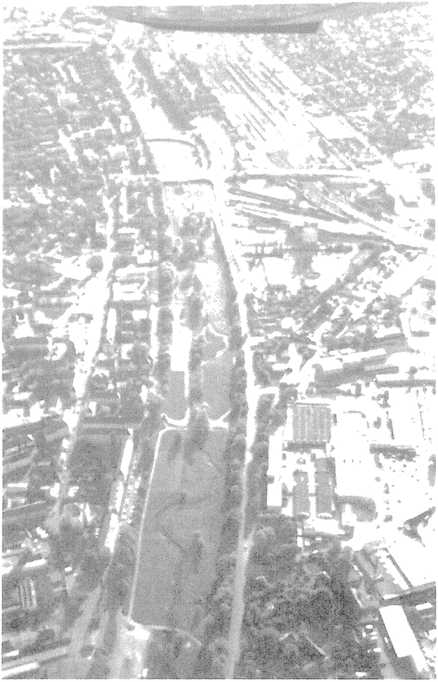
بالنظر إلى استطاعة التصريف لأجزاء المجاري المائية الحرجة يمكن أن تخفف حدة الحالة الحرجة هذه من خلال المجاري المائية على شكل القنوات (قنوات تخفيف التصريف، قنوات التحويل إلى المجاري المائية المجاورة قنوات التفريغ إلى شبكات المصارف، قنوات التفريغ الجانبية، انظر الفقرة 7-1-2-3). وفي بعض المناطق يكون تخفيض متطلبات الأمان من الفيضان مفيداً جداً عندما يتم عبر إنشاء قناة تصريف للفيضان "على سبيل المثال وادي سيلي"، حيث يمكن أن تنتج من ذلك إمكانيات تشكيل كثيرة باتجاه المجرى المائي شبه الطبيعي وباتجاه استثمار للنشاطات البشرية وفي اتجاه منظر الجمال للموقع، كما ويجب أن تنشأ قناة تصريف الفيضان حسب وجهات نظر إيكولوجية (انظر الفقرة 7-1-1-5).

وهكذا تم على سبيل المثال سابقاً في (Land shut) عام 1954 وفي إطار التخلص من الفيضان إنشاء وادي سيلي. في منطقة المدينة يأخذ هذا المجرى (بفت راخ، مجرى نهري صغير) والذي سار حتـــى الثمانينيات من القرن الماضي في مقطع شبه منحرف اصطناعي بعيد عن الشكل الطبيعي في وسط قناة تصريف الفيضان (انظر الشكل 8-20 الجزء العلوي من الصورة الجوية).

للتقييم الإيكولوجي تم إعادة تشكيل مجرى بفت راخ في مساره الطولي ومقطعه العرضي في الجزء المستقيم ومن الجانبين من خلال تثبيته بردميات حجرية، وخلال ذلك أمكن صيانة المجموعات الخشبية والشجرية الموجودة والحفاظ عليها في حالتها، وفي مناطق المجرى المائي المنحنية نشأت ضفاف صلبة وملساء والأجزاء المتبقية من بفت راخ بقيت جزئيا ممثلة للمجرى القديم ،بينما تمت زيادة عرض سرير المجرى في بعض المواقع والمتبقية شيدت كمجرى مائي صغير ،وعبر المسار الطولي المتذبذب وشكل الضفاف غير المنتظم نشأ مجرى مائي قريب من الطبيعي وغنـــي في بنيته التشكيلية انظر الشكل (8-21).

لكي يمرر تصريف الفيضان بأمان يتم شق قنوات تصريف للفيضان مجاورة على جوانب المجرى المائي، وبنفس الوقت تم تكثيف استخدام المروج في وادي بفت راخ .تعطي مجموعات من الأشجار والنباتات المزروعة حديثاً (بمراعاة تصريف الفيضان) في الوادي السيلي في منطقة المدينة شكل الحديقة، وعندما يتم النظر بشمولية يتم الوصول إلى زيادة جوهرية للفعالية البيولوجية لنهر بفت راخ وأيضاً لزيادة النوعية لمحيط الاستجمام والوسط الحيوي

.(OBB, 1990)



الشكل 20.8: الوادي السيلي لاند شط (Land shut) 1992 في الجزء العلوي من الصورة الجوية يمكن تمييز بفت راخ المنظم إلى الآن وفي الجزء السفلي بفت راخ الذي أعيد تشكيله سابقاً

الشكل 21.8: بفت راخ المعاد تشكيله في الوادي السيلي لاند شط (Land shut) بعد عدة سنوات من التطور

أيضاً خلال الفيضان الكبير لنهر Isar في عيد العنصرة 1999 انظر الشكل (8-22) وهو الفيضان الأكبر منذ إعادة بناء وادي بفت راخ بقيت مدينة لاند شط في مأمن من الغمر وأظهر بفت راخ المعاد بناؤه فقط أشكال حت قليلة يمكن إهمالها للضفاف وظهرت أضرار حت كبيرة فقط في الأماكن من الوادي السيلي التـــي لم يتم فيها إعادة الغطاء النباتـــي من الحشائش القصيرة بعد الانتهاء من أعمال مد الكوابل.

6.8 العناية بالمجاري المائية وصيانتها

يجب أن تخدم إجراءات الصيانة بشكل أساسي المصالح الاقتصادية وحماية الطبيعة وكذلك رعاية الأرض وتحقيق هذا الهدف يمثل التوجه المركّز في المادة 1a الفقرة 1 (من قانون الموازنة المائية WHG) حيث يجب أن تستغل المجاري المائية كجزء من الموازنة الطبيعية، ويوصف الأسلوب المتكامل من الدراسة مثل "تشكيل واستغلال شبه طبيعيين لسرير المجرى أو كطرق جديدة في صيانة المجاري المائية" (PATT et al, 1998).

الشكل 22.8: أثناء فيضان عيد العنصرة 1999 اجتاز بفت راخ تجربته الأولى في الصمود

واليوم يجب أن يتم التركيز في صيانة المجاري المائية على:

- استطاعة التصريف (وليس على حالة التحسين)،
- وظيفة المجرى المائي كجزء من توازن الطبيعة.

في المناطق المستغلة بشدة يجب أن يتم تمرير موجة الفيضان بأمان، ولذلك يتم التطلع في أجزاء المجرى الحرجة إلى مقطع جريان منتظم لديه قدرة تصريف كبيرة قدر الإمكان وبخشونة بسيطة قدر الإمكان أيضاً، ولتحقيق هذا الهدف يتم حصاد الحشائش الموجودة على الجوانب والمساحات الواقعة أمام السدات وعلى السدات باستمرار وبشكل منتظم وينظف المجرى من النباتات ويعزل (انظر أيضاً الفقرة 8-2-3). هذه الأشكال من الصيانة تتبع للصيانة الميكانيكية للمجرى.

وعلى عكس المناطق الريفية (الواقعة خارج المدن) تكون الصيانة في المدينة أكثر كلفة وتعقيداً بسبب الضفاف المحسنة (المبنية) على الغالب ،وإلى ذلك يضاف أيضا أن صيانة المجرى المائي في مدينة ما يجب أن يجري علانية تحت عيون ونقد الكثير من الناس (DVWK, 2000).

1.6.8 طرق الصيانة الميكانيكية

يتم التمييز بين الحصاد والتعشيب والتعزيل في الطرق الميكانيكية لصيانة المجاري المائية.

1.1.6.8 الحصاد

إن حصاد النباتات التـــي تنمو على جوانب الضفاف وفي المناطق الواقعة بين المجرى ومنشآت الحماية وعلى السدات وكذلك ترحيل نواتج هذه العملية هي في العادة أعمال الصيانة الأكثر عمومية والضرورية والتـــي تجري عموماً أكثر من مرة في السنة. وبذلك تبقى مقدرة التصريف الهيدروليكية مصانة وتزال أيضاً الأشجار والنباتات المعيقة للجريان، وفي نفس الوقت تقل عملية الترسيب للمواد الصلبة وخصوصاً في المناطق السفلية من الجوانب، ومن المهم أيضاً أنه يتم من خلال الحصاد المنتظم تحسّن تثبيت الجوانب المعشبة عبر تكثيف عملية تجذّر النباتات وبذلك تنقص إمكانية حدوث عملية الحت.

يعنـــي الحصاد لمجموعات النباتات من الحشائش والنباتات الطويلة المعمرة والقصب عملية قص كاملة للوسط الحيوي الجزئي وإبعاده وقطع متكرر للتعاقب الطبيعي كي يتم الرجوع إلى مرحلة تطور ما، وتستجيب الحيوانات لذلك بحساسية وهي الحيوانات التـــي تتواجد في هذه المروج سواء للتخفي أو للتغذية أو كأوكار راحة وانتشار وتكاثر.

ويؤثر الحصاد المتكرر بشكل كبير على أغصان القصب التـــي يمكن أن تغمر جذوعها بالماء وبالتالي فراغاتها المملوءة بالهواء حيث تتضرر جذورها، ولكي نتجنب الآثار السلبية لعملية الحصاد يجب أن يتم اختبار مدى ضرورة حصاد المناطق القريبة من المجرى المائي في كل عملية حصاد.

وبالإضافة إلى ذلك يجب تنسيق عملية الحصاد الضرورية زمنياً ومكانياً على محيط واسع قدر الإمكان بالعلاقة مع المتطلبات التقنية المتعلقة بالتصريف ووفق مراحل التطور المختلفة لمجموعات النباتات والحيوانات على سبيل المثال مرحلة الإزهار، وهكذا يمكن أن يقسّم كامل المقطع على فترات زمنية أو يحصد على شكل قطّاعات (GWD and DVWK, 1999).

وأيضاً يمكن أن تقل تأثرات مجموعات الأحياء عبر أسلوب العمل المتغير أثناء عملية الحصاد، وهكذا على سبيل المثال لا يسمح بأن يكون الارتفاع المتبقي للحشائش أقل من

15 cm بعد الحصاد، ولكي يبقى الوسط الحيوي المتبقي موجوداً ولأسباب تتعلق بالظروف المناخية المحلية يجب أن تبقى الحشائش التـــي حصدت لمدة يومين تقريباً لتخفيض أوزانها من جهة ومن جهة أخرى لكي نترك للحيوانات غير المتحركة إمكانية هرب حقيقية، بعد ذلك يجب إبعاد هذه الحشائش عن مقطع تصريف الفيضان، وعلى اعتبار أن المواد الممكن سحبها مع الجريان يمكن أن تضر بجودة المجرى المائي والتـــي يمكن أن تقود في المواقع الضيقة إلى نقل وجرف أو حت للمقطع، وفي الحالة التـــي تترك فيها الحشائش ملقاة لفترة طويلة يمكن أن ينشأ تلبد وتعفن لهذه الحشائش (DVWK, 1992)، واستخدام الحشائش الناتجة عن عملية الحصاد يمكن أن يؤدي إلى توفير في تكاليف الصيانة للمجرى المائي (انظر على سبيل المثال PATT and STADTLER, 1999).

2.1.6.8 التعشيب

يشمل التعشيب قص وإبعاد النباتات التـــي تعيش على الغالب تحت سطح الماء من المجاري المائية ويتم التعشيب لضمان مرور الفيضان في المجرى الطبيعي أي لتخفيض الزيادة في مناسيب المياه وفي الوقت الحالي أيضاً منع عمليات الجرف أثناء الجريان. إن أعمال الصيانة الشاملة تحصل لهذه المجاري المائية ذات الجريان البطيء والمحمّلة بمواد عالقة كثيرة بفترات زمنية منتظمة ولعدة مرات في العام.

ويجب أن تبعد الحشائش التـــي تم قصها من مقطع الجريان لأسباب تتعلق بجودة المجرى المائي وأيضاً لإبعاد خطر تكون تجمعات لفائفية من العشب والجرف عند المنشآت المعترضة، وبغض النظر عن ظروف المكان ومشاكل المنظر يجب أن تخزّن الأعشاب المقصوصة والمجمعة فقط لوقت قصير أو لا تخزن.

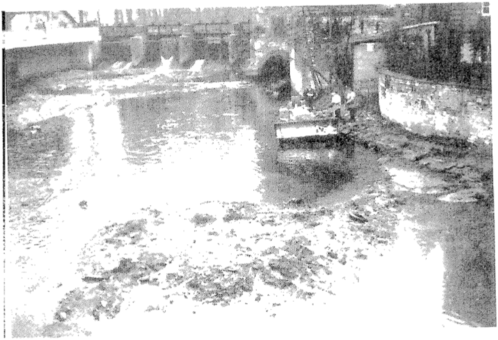
ويمكن أن نحد بشكل أساسي من التأثيرات البيولوجية للتعشيب عندما يكون التعشيب الجزئي ممكنا ويتم تحقيقه على سبيل المثال عندما يتم التعشيب لجهة واحدة فقط أو على شكل طرق أو بشكل مجزأ أو عندما يتم قص الأعشاب فوق القاع وبالتالي أيضاً يتم تحريك جزء بسيط من الوحل (PATT et al, 1998).

3.1.6.8 التعزيل

يتم التعزيل في العادة كل عدة سنوات ويكون ضرورياً في الأجزاء الوسطى والسفلية من

المجاري المائية التـــي يتم فيها الترسيب وفي القنوات المكشوفة. وبذلك يتم ترحيل الرواسب الحصوية والرملية والوحلية من مقاطع الجريان، وتستخدم هذه الإجراءات لانتزاع الرمال والأوحال ولإعادة تشكيل المجرى المائي الطبيعي وبالتالي الحصول على استطاعة التصريف انظر الشكل (8-23).

وبالأساس يجب أن يتم الأخذ بعين الاعتبار أنه في كل عملية تعزيل يتم فقدان شديد للأوساط الحيوية أو لأنواع منها وعلى الأقل يقترن بتغير في آلية الجريان في مناطق جزئية وبالأخص في المجاري المائية الحصوية يتم تخريب تشكيلات القاع عبر عملية التعزيل، هذا يعنـــي أنه ستوجد بعد التعزيل تجاويف ترسبية أقل في قاع المجرى المائي والتـــي تم تعويضها من خلال المواد العالقة في المياه أثناء عملية التعزيل.



الشكل 23.8: تعزيل سرير المجرى المائي في المناطق المأهولة بغض النظر عن المنظر الجمالي هو دوماً إجراء معقّد جداً وشامل

ولكي نتمكن من مقاومة المؤثرات الإيكولوجية السلبية لعملية التعزيل يجب أن نتفحص هل يمكن أن تجلب عمليات التعزيل في بعض المواقع أو لجهة واحدة من المجرى المائي أو في

وسط المجرى النجاح المرجو أو هل تكفي عمليات التعزيل في حالات محددة لمسافة قصيرة قدر الإمكان، وبالنظر إلى خلط المواد الناتجة عن التعزيل مع أمواج الجريان يمكن التطلع إلى مسافات نقل قصيرة في الماء وإدخال جهة العمل للمساهمة في الأفكار المطروحة وفي كل الأحوال يجب إبعاد نواتج الحفر أي إيصالها إلى مواقع الاستفادة منها، على سبيل المثال إلى الأراضي الزراعية أو إلى المكبات، ومن المفضّل أن تكون مصائد الرمل بعد المناطق المأهولة لتحقيق فائدة أكثر في تحسين وضع المجاري المائية.

2.6.8 طرق الصيانة البيولوجية

إلى جانب طرق الصيانة الميكانيكية في مجارينا المائية تطبق أيضاً طرق صيانة بيولوجية ويكون هدف الصيانة البيولوجية هو استخدام الإمكانيات الطبيعية لتوجيه وتنظيم نمو الغطاء النباتـــي بحيث يتم التخلي عن الصيانة الميكانيكية جزئياً أو كلياً بدون التخوف من الآثار الاقتصادية المائية السلبية وفي هذا الاتجاه يمكن أن نذكر استخدام الأغنام والنباتات شديدة التنافس في مناطق المجاري المائية.

2.1.6.8 تربية الأغنام

نجحت تربية الأغنام في جوانب المجرى الواسعة وعلى السدات في حالات كثيرة باعتبارها تبقي على الحشائش والأعشاب قصيرة وتساهم في تثبيت الحشائش القصيرة ولا تبقي على أية بقايا حصاد وبالإضافة إلى ذلك تبقى نشاطات القوارض وأوكار حيوان الخلد محدودة. وبشكل أكيد يمكن أن يكون حصاد لاحق في الخريف ضرورياً نتيجة لسلوك الرعي الانتقائي للأغنام. ولكن تكون تربية الأغنام ذات فائدة فقط، وهذا يتفق مع تطلعات اختصاص حماية البيئة أيضا، عندما تتوفر (حسب حجم القطعان الموجودة اليوم) المساحات الكبيرة والكافية وكذلك إمكانية تنقل وحركة وحظائر مناسبة. ولذلك يكون لمربـــي الأغنام مشكلة أن يتنقلوا مع قطعانهم عبر المناطق المستغلة بكثافة والمأهولة حول الأنهار حيث يواجهون غالباً ظروفا مكانية ضيقة جدا وكمية قليلة من العلف المعروضة عليهم.

2.2.6.8 النباتات شديدة المنافسة

كثيراً ما تستخدم النباتات المنافسة بكميات متزايدة لتخفيض تكلفة الصيانة، وذلك

لتحسين الأنواع المحلية ذات التأثير الجيد لحجب الشمس والنباتات الأخرى مثل أنواع القصب والحلفاء الكبيرة والغابات في منطقة الضفاف، على سبيل المثال أشجار الصفصاف والحور كما تساعد في منع نمو الأعشاب المائية والحشائش على اليابسة في المجاري المائية الضيقة أو الحد منه خلال ظلها خلال فترة النمو. وفي نفس الوقت تمثل مثل هذه التشكيلات النباتية توسيعا للوسط التشكيلي (البنيوي) والحيوي، وهناك تأثير جانبي آخر مرغوب به من جهة محتوى الأكسجين الكبير والذي ينشأ من درجة حرارة الماء المنخفضة بسبب الظل.

3.6.8 العناية بالغابات

إن شروط نمو النباتات يكون غالبا محدودا جدا في المناطق المأهولة.

ونادراً ما تسمح الحاجة للمكان بعناصر خشونة مرتفعة كما تسيطر شروط نمو سيئة. إن أعمال العناية الضرورية تكون ممكنة فقط بشروط صعبة. يكون للأشجار والأدغال في المنطقة المأهولة إلى جانب مساهمتها في جمالية منظر المدينة ووظيفتها في تحسين الاستجمام والنـــزهة أهمية كبيرة في الصيانة البيولوجية كوسط حيوي ومورد للغذاء والخشب الميت. ويساعد في ذلك تنظيف الغابات الواقعة في المناطق المأهولة من المواد الموجودة فيها كالتراب والإسفلت والعجلات البالية والعلب الفارغة وأكياس النايلون والفضلات الأخرى.

ولذلك يجب أن تغرس الأشجار وأحزمة الغابات في أي مكان مناسب وخاصة في المناطق المرافقة للمجاري المائية غير المشجرة وفي أي مكان تتوفر فيه الإمكانية لزراعة الغابات فيه (على سبيل المثال في إطار التأسيس الجديد لحزام ضفة ما) وبذلك يجب استخدام أشجار الغابات المحلية المناسبة للمكان، وتكون المراقبة المستمرة والمنتظمة ورعاية هذه المزروعات ضرورية في أغلب الحالات.

ومن الطبيعي في الشروط المناسبة المثالية (أي عند توفر مساحة كافية وإمكانية تامين أنواع مناسبة في المحيط القريب) التطلع، إلى الزراعة الذاتية. غير إن الوظائف المرغوب بها لأحزمة الغابات تم تفعيلها بداية بشكل متأخر بحسب تطور الغابات.

إن هدف العناية بالغابات هو تطوير طوق من الغابات مكتمل ومتدرج ومكوّن من أنواع أشجار وأحراش متعددة والحفاظ عليه والذي يكون أيضاً ملائماً لصيانة المجرى المائي، وفي

ذلك السياق عندما لا توجد أشجار مقتلعة أو مكسورة كي ترحل وأشجار وأغصان ممانعة للجريان كي تزال من المجرى، فإن هناك حاجة لقطع الأشجار القابلة للاستثمار كأخشاب مثل الحور، وهناك حاجة أخرى أيضا لتعويض الأشجار المفقودة بزراعتها من جديد. وعندما لا توجد أسباب، على سبيل المثال عندما تكون هناك مساحة صغيرة أو حيّز صغير من المكان للتطور الحر للمجرى المائي، يمكن أن يترك حزام الأشجار ليتطور طبيعياً.

9. أضرار الفيضان

NIEKAMP OLAF

إلى جانب الأضرار الجسدية والخسائر بالأرواح يؤدي الفيضان إلى خسائر مادية ويمكن أن يلحق بالممتلكات وبالتالي بالاقتصاد الوطني خسائر كبيرة، لذلك يجب بداية تحديد وحساب الأضرار بالعلاقة مع طبيعة التصريف المحلي لحوادث الفيضان النادرة (انظر الفقرة 3-3)، بعد ذلك يتم ربط هذه الخسائر بحجم الخطر الممكن وقوعه بالعلاقة مع المواقع المحتمل تضررها من هذا الخطر (بؤر الضرر) (العلاقة بين الأخطار والأضرار الممكنة وبؤر الأضرار (Kienhoiz, 1992).

وتتعلق الأضرار المنتظرة من أحد الفيضانات بالاستنتاجات الهيدرولوجية عن قمة الفيضان ومناسيب المياه الناتجة ومناطق الغمر وأشكال الاستغلال للمساحات المتضررة وكذلك قيمة الأشياء التي ستتضرر، وعندما تقيّم بؤر الضرر يمكن عند ذلك أيضاً تقدير استخدام تدابير الحماية من الفيضان، ومن خلال المقارنة مع التكاليف المتوقعة للإجراءات يكون الوصول أخيراً إلى اتخاذ القرار المناسب ممكناً.

1.9 تقدير أخطار الفيضان

يمكن التنبؤ بالأخطار التي تنتج من حوادث الفيضان عبر الوسائل الآتية:

- تحاليل التأثير من احتمالات التصريف ونماذج الهطول – التصريف،
- تحاليل التأثير بالنماذج الهيدروليكية لحساب منسوب الماء و
- ربط النماذج الهيدرولوجية والهيدروليكية.

تؤمن نماذج الهطول – التصريف أو التحاليل الإحصائية عناصر الإدخال في النماذج الهيدروليكية والتي يمكن بوساطتها تحديد منسوب الماء ومساحات الغمر أيضاً. في الحالة الأبسط يتم تحديد التصريف التصميمي HQ_T من التحاليل الإحصائية لأجل مدة تكرار مختارة

T، وبعدها يتم حساب مناسيب المياه الناتجة باستخدام معادلات الجريان المستقر، ومنها يتم اشتقاق منطقة الغمر الخاصة بهذه المناسيب، وكلما كانت قمة الفيضان أكبر (قمة التصاريف) كلما كانت المساحات المغمورة أكبر وكلما كانت الأضرار الممكن أن تنتج أكبر.

من خلال تحسين القدرات الحسابية زادت أيضاً الرغبة في تحسين نوعية الحساب، حيث ظهرت النـزعة هنا لاستخدام التطبيقات ثنائية البعد للجريان غير المستقر لحساب مناسيب المياه ومناطق الغمر (أنظر أيضاً الفقرة 4-8).

وبنفس الوقت تأخذ أيضاً المعاينة البصرية للنتائج أهمية متزايدة بحيث يتم تمثيل قيم الإدخال الموزعة على المساحات وكذلك النتائج المحسوبة في هذه القطاعات بمساعدة أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) بيانياً وهكذا يمكن استنتاج أخطار الفيضان مساحياً من تحاليل التأثير وإنجاز خرائط الأخطار.

2.9 قيم أضرار الفيضان

تنتج قيم أضرار الفيضان من خطر الفيضان وكذلك من خلال الممتلكات المادية وغير المادية المتضررة من خلال هذه الحوادث، هذا يعني على سبيل المثال أنه في جزأين مختلفين من المجرى المائي تسيطر أخطار فيضان بدرجة واحدة لكنه يمكن أن تنشأ أضرار مختلفة نظراً للاستغلال المختلف للمساحات المهددة بالغمر، ونفهم من التعريض للخطر بأنه هو مجموع الأضرار التي يمكن أن تنشأ نتيجة لخطر محدد مدروس، ويعني تحديد الخطر المتوقع أو فعالية أضرار الفيضان التوفيق بين تحاليل الأخطار والتنبؤ بها والأضرار التي يمكن أن تنتج منها.

يجب أن توضع الأضرار بشكل توابع ضرر يمكن تعميمها وهي تتعلق بأشكال استغلال المساحات (على سبيل المثال منطقة سكنية، منطقة صناعية). في عام 1990 تم إنجاز أول دراسة جوية مبتكرة من مجموعة العمل الدولية للمياه (LAWA)، والتي يتم بموجبها على سبيل المثال المحاولة لحساب مناسيب المياه ومناطق الغمر بالاستناد إلى حوادث الفيضان الحدية بنموذج هيدروليكي أحادي البعد باشتقاق توابع ضرر بسيطة، وهي توضح العلاقة بين

الأضرار ومناسيب المياه في المبانــي والمساحات المستغلة ويؤدي توقع حدوث ذلك إلى أضرار محددة خلال حادثة فيضان والتــي يمكن أن تتكرر باحتمال معين (Rohde and Beyene , 1990).

ولتحديد فعاليات أضرار الفيضان نحتاج لـ:

- معلومات لتوصيف المناطق المعرضة للخطر والمشاريع حسب موقعها (الارتفاع، المكان، المجرى المائي، الاستغلال)،
- المعلومات الهيدرولوجية والهيدروليكية مثل تكرار الفيضان ومناسيب المياه في المنطقة المعرضة للفيضان،
- معلومات عن الأضرار الممكنة بالعلاقة مع أشكال استغلال المساحات وارتفاعات المياه في مناطق الغمر (منسوب الماء – توابع الضرر).

فبينما يكون استنتاج المعلومات من المجالات التابعة للفقرتين الأولى والثانية بسيطاً بالمقارنة وبدون مشاكل تكون الكلفة كبيرة في الوقت الحالي لتحديد وتقييم الأضرار، وسبب هذه الكلفة للحد الأخير يعود إلى عدم توفر نتائج التقييم القابلة للتعميم والإعلان عن أضرار الفيضان حتــى الآن في ألمانيا الاتحادية.

لقد تم منذ الثمانينيات من القرن الماضي جمع الكثير من المعلومات على هذا الأساس من قبل مصلحة الموارد المائية في بافاريا الاتحادية (Bay LfW) والأساس في ذلك هو جمع المعطيات عن أضرار الفيضان بعد مرور موجة الفيضان من خلال خبراء البناء المحلفين استناداً لطلبات المصلحة المختصة التأمين ضد الحرائق وعبر الصور المأخوذة للأضرار والتأكد منها في المكان وهذا الأسلوب باهظ التكاليف ولكنه يمثل الإمكانية الوحيدة للوصول إلى تصورات عامة وشاملة وسهلة التعميم في وقت مقبول، ويمكن أن ترفع الأضرار بذلك حسب كل حالة ضرر حسب الطوابق المتضررة مثل الأقبية والطوابق الأرضية والطابق الأول وتقسّم إلى أنواع الضرر الآتية:

- أضرار الأقبية،
- الأضرار في الممتلكات الثابتة (منشآت التدفئة والمنشآت الصحية)،
- الأضرار في الممتلكات المتحركة (أثاث المنازل، الأجهزة والأدوات وغيرها)،

- الأضرار في الممتلكات المخزنة في المشاريع الصناعية.

إن الصور الأصلية الملتقطة في المكان للأضرار هي وحدها التـــي تشكّل مادة قوية الحجة للمعلومات، تشمل مجموعة المعطيات اليوم 3500 معطية والتـــي تمثل في الجوهر الأضرار في المناطق السكنية الخاصة.

لقد تم في عام 1989 لمجموعة العمل الدولية للمياه (LAWA) تطوير البرنامج HOWAS للإحاطة بأضرار الفيضان وتقييمها، وأعد البرنامج للنشر في نسخته الجديدة باسم HOWAS_N مع بنك المعلومات والخطوط التوجيهية لتنفيذ رفع أضرار الفيضان وتحليلها من خلال LAWA واللجنة الفرعية للمسائل الاقتصادية.

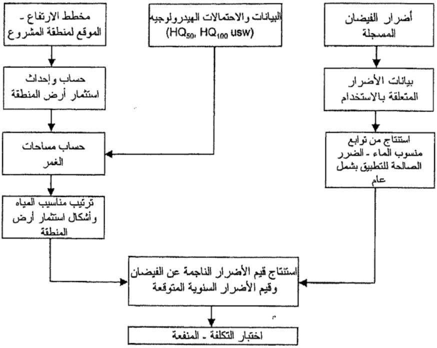
يمكن الإحاطة بواسطة البرنامج بالبيانات المرفوعة عن قيم أضرار الفيضان، وترتب حسب وجهات نظر نوعية الاستغلال وكذلك حسب الظروف المحلية والهيدرولوجية، ويتم حسب معطيات الملاحظات التنظيمية المحددة اختيارها وربطها وأخيراً تقييمها. يتم السعي من خلال تقييم الأضرار للوصول إلى استنتاج توابع منسوب الماء - الضرر، وبذلك يصبح ممكناً تقييم تأثير إجراءات الحماية من الفيضان المخطط لها والصحيحة عادة.

ويمكن أن يقسم البرنامج إلى الأجزاء الآتية:

- إدخال البيانات وتصحيحها،
- إدارة البيانات،
- اختيار البيانات - وربطها،
- التقييم.

وتساعد هذه البرمجيات في الاختيار الاختصاصي الصحيح للبيانات الضرورية للتقييمات المرغوب بها ويتم اقتراح أنواع التوابع المختلفة لعلاقات منسوب الماء - الأضرار من البيانات المختارة أثناء التقييم وكذلك حساب البارامترات الإحصائية والعينات العشوائية، ويمكن أن تمثل النتائج بيانياً وأن تخزن لمتابعة معالجتها ببرامج أخرى. تم في وقت مبكر تطوير البرنامج HWS في المعهد الهندسي في الراين - فيست فالن آخن (RWTH) والذي يمكن بوساطته حساب مختلف أشكال الاستغلال للمساحات المدروسة ذات العلاقة وارتفاعاتها وارتفاعات الغمر لكي يتم التمكن من اشتقاق التنبؤ بالأضرار الناتجة لكل منطقة مدروسة ولعدة حوادث

فيضان محتملة ووضع إجراءات الحماية من الفيضان، ولقد تم في الماضي القريب متابعة تطوير البرنامج HWS ليصبح باسم HWS Calc وتم اختباره في إطار مشاريع إرشادية. يبين الشكل (I-9) بشكل مبسّط الأسلوب الأساسي لحساب فعاليات أضرار الفيضان.



الشكل **1.9**: اشتقاق فعاليات أضرار الفيضان (مخطط نهجي)

1.2.9 تخطيط أشكال الاستغلال وأضرار الفيضان

يتأثر التخطيط وتقييم بيانات الأضرار بشدة بأنواع وأشكال الاستغلال المنفردة للمباني أو المساحات المتضررة، ويتم تحديد ملامح ترتيب الاستغلال من خلال أرقام توجيهية من جدول استخدام المساحات التابع لمجموعة العمل الدولية للمياه (LAWA) (تقارير عمل غير منشورة لدائرة العمل LAWA- اختبارات المنفعة – الكلفة في الموارد المائية، 1986)، ويمثل كل رقم توجيهي أشكال استخدام محددة للأبنية والمنشآت. إن بنية المعلومات ضمن البرنامج HOWAS_N يحدد بشكل أساسي من خلال الرقم التوجيهي وهو عبارة عن علامة الترتيب الأساسية للبيانات ولأضرار الفيضان المرتبطة بنوعية المنفعة.

قسم جدول استخدام المساحات إلى ثماني قطاعات بالعلاقة مع أنواع المنفعة الرئيسية ويرتب كل استخدام في رقم توجيهي مكوّن من أربعة مواضع (منازل)، وهذا يعطي تدريج المراتب ضمن كل نوع استخدام رئيسي مرة أخرى ويتم ذلك كما يلي:

- مباني سكنية خاصة (قطاع 1)،
- منشآت البنية الأساسية العامة (قطاع 2)،
- قطاع الخدمات (قطاع 3)،
- المناجم والبناء (قطاع 4)،
- القطاعات الصناعية (قطاع 5)،
- المباني الاقتصادية للزراعة ومصلحة الحراج والحدائق (قطاع 6)،
- الزراعة والغابات والمساحات المزروعة (قطاع 7)،
- المساحات غير المزروعة وغير المستغلة (قطاع 8).

ويتكون الرقم التوجيهي من أربعة منازل:

- قطاع (منزلة 1)،
- قطاع ثانوي (منزلة 2)،
- نوع (منزلة 3)،
- نوع ثانوي (منزلة 4).

أمثلة: الرقم التوجيهي 1469:

بناء سكني خاص (1000)،

شطر بناء مزدوج، بناء طابق (1400)،

مرحلة البناء بعد 1964، (1460)،

جزء من المبنى واقع بأكمله تحت القبو، كراج سيارات عميقة (1469)،

الرقم التوجيهي 3622:

قطاع الخدمات (3000)،

قطاع الضيافة (3600)،

قطاع المطاعم (3620)،

البيع (قاعة الطعام، قاعة الاستراحة) (3622)،
الرقم التوجيهي 5213:
القطاعات الصناعية (5000)،
استخراج وتصنيع الصخور والترب والآجر الناعم والزجاج (5200)،
استخراج الصخور والترب (5210)،
إنتاج/الورشة (داخلياً) (5213).

ولا يكون تقسيم القطاعات دوما موحدا، وبشكل منفصل عندما يفقد نوع أساسي أو ثانوي بشكل كامل يتم ملء الرقم التوجيهي حسب ذلك بالأصفار، على سبيل المثال الرقم التوجيهي 8000: المساحات غير المزروعة وغير المبنية؛ الرقم التوجيهي 8000: المستنقع).

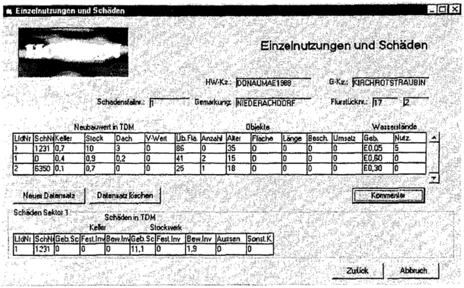
يبين الشكل (9-2) على سبيل المثال استمارة المعطيات للاستخدامات المنفردة والأضرار مع البيانات المعرفة لحالة الضرر، حيث عرفت حالة الضرر من خلال رقمها ومن خلال وصف الفيضان (HW- KZ) وعبر حدود المنطقة في موقعها والتحديد الزمني.

إلى جانب قيم البناء الجديد (في العلاقة الذهبية الألفية) والمشاريع المتضررة من الفيضان تعطى مناسيب المياه ذات العلاقة في المبنى حسب الاستخدامات الجزئية بشكل منفصل لأجل قبو أو طابق بشكل منفصل، يجب الحصول بعد ذلك على أضرار المبنى والأضرار في الأثاث المنزلي الثابت والمتحرك، بالإضافة إلى ذلك توجد أيضاً إمكانية لإعطاء المعلومات والمعطيات عن المنشآت الخارجية أو التكاليف الأخرى.

وتعطي البيانات على سبيل المثال عن حادثة الفيضان والمناطق والمجاري المائية مع معطيات عن المعايير الهيدرولوجية للحوض الساكب المدروس بشكل مقنّع وتجهّز مجموعة البيانات المختبرة بالدليل "مجموعة بيانات مدققة".

إن الإمكانيات الأساسية التي يؤمنها البرنامج HOWAS_N لاختيار بيانات محددة حسب ملاحظات الترتيب تم تمثيلها في الشكل (9-3). هذه الملاحظات الترتيبية تميّز التنسيق الزمني والحجمي لمجموعات البيانات. إلى جانب ذلك تصف أيضاً الاستخدامات الخاصة فيها من خلال الرقم التوجيهي. وتتوفر للتقييمات الإحصائية الآتية مجموعات البيانات المختارة بحسب المعطيات، وتحدّث هذه الأضرار إضافة لذلك حسب عام التقييم ويتم إعطاء

أدلة التحديث المختلفة بالنسبة لنقطة مرجعية بغية المقارنة.



Einzelnutzungen und Schäden

Einzelnutzungen und Schäden

HW-Kz.: DONAUMAE1988 G-Kz.: KIRCHROTSTRAUBIN

Schadensfallnr.: 1 Gemarkung: NIEDERACHDORF Flurstücknr.: 17 2

		Neubauwert in TDM				Objekte							Wasserstände	
LfdNr	SchNr	Keller	Stock	Dach	V-Wert	Üb.Flä.	Anzahl	Alter	Fläche	Länge	Besch.	Umsatz	Geb.	Nutz.
1	1231	0,7	10	3	0	86	0	35	0	0	0	0	E0,05	5
1	0	0,4	0,9	0,2	0	41	2	15	0	0	0	0	E0,60	0
2	6350	0,1	0,7	0	0	25	1	18	0	0	0	0	E0,30	0

Neuer Datensatz | Datensatz löschen | Kommentar

Schäden Sektor 1

Schäden in TDM

		Keller			Stockwerk				
LfdNr	SchNr	Geb.Sc	Fest.Inv	Bew.Inv	Geb.Sc	Fest.Inv	Bew.Inv	Aussen	Sonst.K
1	1231	0	0	0	11,1	0	1,9	0	0

Zurück | Abbruch

الشكل 2.9: استمارة المعطيات HOWAS – N للاستخدامات المنفردة والأضرار لنوع المنفعة الرئيسي "مبنـــى سكنـــي خاص"

2.2.9 تشكيل توابع منسوب الماء – الأضرار

انطلاقاً من المعطيات عن أنواع الضرر (أضرار المبانـــي، الأثاث الثابت، الأثاث المتحرك وغيرها) وعن المتحولات الأساسية مثل مساحة الغمر أو مدة الغمر يمكن أن تؤخذ عينة عشوائية من مجمل البيانات الممكن استنتاجها حديثا والتـــي من خلالها يمكن تقييم الأضرار في المتر المربّع الواحد كمتحول مرتبط ومناسيب المياه m كمتحول غير مرتبط أو مستقل.

إلى جانب البارامترات الإحصائية العامة مثل المتوسط الحسابـــي، التمايز، معامل التغيير، القيمة العظمى، المراتب، المجموع وغير ذلك يمكن أن تنفذ حسابات الإرجاع (انظر أيضاً الفقرة 3-3-1) كي يتم التوصل إلى توابع منسوب الماء – الأضرار العامة لكل شكل استخدام وأيضاً تجميع أشكال المنفعة وهنا تكون طرق الملاءمة التابعية الخطية وغير الخطية ممكنة، وفي الحالات المنفردة تتوفر العلاقات الآتية:

$$Y_i = Y_{min} + A \cdot X_i + B \cdot X_h^2 \qquad (1.9)$$

$$Y_i = Y_{min} + A \cdot X_i + B \cdot X_h^{0,5} \qquad (2.9)$$

$$Y_i = Y_{min} + A \cdot X_i^B \qquad (3.9)$$

$$Y_i = Y_{min} \cdot e^{B \cdot X_i} \qquad (4.9)$$

$$Y_i = Y_{min} \cdot \frac{1}{1 + e^{c - B \cdot X_i}} \quad with \quad c = \ln\left(\frac{Y_{max} - Y_{min}}{Y_{min}}\right) \qquad (5.9)$$

$$Y_i = (Y_{max} - Y_{min}) \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{A \cdot X_i}}\right) + Y_{min} \qquad (6.9)$$

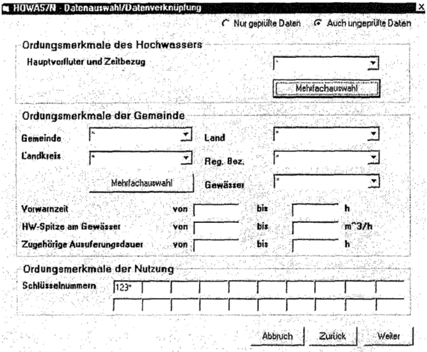
X_i متحولات الصدفة غير المرتبطة (على سبيل المثال منسوب الماء بالمتر)،

Y_i متحول الصدفة المرتبطة (أضرار وأضرار نسبية)،

Y_{max} الأضرار الأعظمية (والأضرار النسبية)،

Y_{min} الأضرار الأصغرية (والأضرار النسبية).

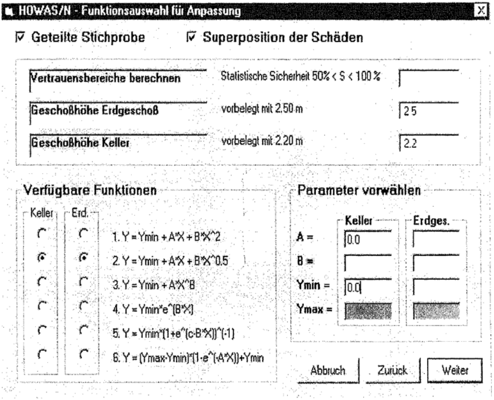
A و B بارامترات.



الشكل 3.9: استمارة لاختيار البيانات (Query) في البرنامج HOWSAN – S.

تحدد البارامترات A و B أثناء ملاءمة التوابع حسب طريقة التربيعات الصغرى، وكذلك يمكن أن تعطى أيضاً من قبل المستخدم القيمة 1 أو صفر. ويجب أن تعطى Y_{min} وY_{max} كأضرار أصغرية أو أعظمية (أو أضرار نسبية)، إن العلاقة (5.9) (التابع اللوجستي من الدرجة الأولى) والعلاقة (6.9) تكونان محدودتين من خلال الأضرار الأعظمية. إن إمكانيات الاختيار تم تمثيلها على سبيل المثال في الشكل (9-4). أثناء عملية المواءمة يمكن أن يتم التقسيم إلى جزأين (طالما أنه يتم معالجة عينة عشوائية واحدة).

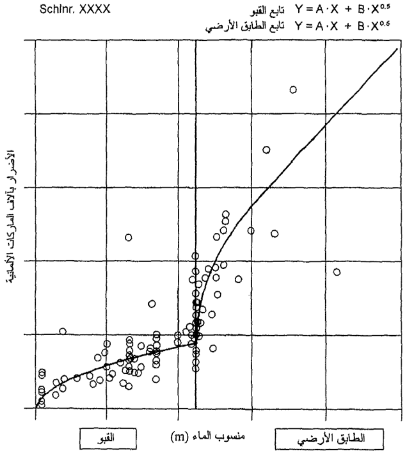
- ملاءمة لأجل الأضرار في القبو،
- ملاءمة لأجل الأضرار في الطابق السكني.



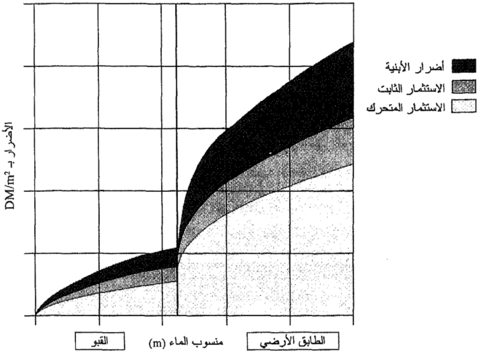
الشكل 4.9: توجيه مواءمة التابع في البرنامج HOWAS_N

ويكون مثل هذا التقسيم ممكناً فقط عندما يمثل منسوب الماء المتحول المستقل، وفي هذه الحالة يجب أن نقوم بتنفيذ مواء متين أي يجب حساب منحنيين، شرط أن يكون مسار

المنحنـــي الناتج من كلا التابعين مستمراً ويحتوي في حدود المجال على انحناء (انكسار) (منسوب الماء = ارتفاع القبو) (انظر الأشكال 9-5 و9-6)، وفي هذه الحالة يتم أولاً حساب الإرجاع بالنسبة للمنطقة السفلى (القبو). وتكون قيمة تابع الإرجاع التـــي تمثل حدود المنطقة (القبو – الطابق الأرضي) هي بعد تلك القيمة الدنيا (الأضرار الأصغرية Y_{min}) لتابع الإرجاع الذي يليه، وتمثل الأضرار التـــي تنشأ في المبانـــي الواقعة تحت مستوى القبو قبل أن يتم غمر الطابق الأراضي، ومن الممكن أن تتم مواءمة نماذج التوابع المختلفة لكلي المجالين من القيم، والمعايير الجيدة للمواءمة هي على سبيل المثال معامل الارتباط المستقيم r، والتمايز المعلّل Sn^2 ومقياس الدقة rn^2 وبالإضافة إلى ذلك يمكن حساب مجالات الدقة الخاصة بالعلاقة مع منسوب الأهمية المختار ويمثل بيانياً.



الشكل 5.9: ملائمة التابع (افتراضي) في البرنامج HOWAS_N



الشكل 6.9: جمع توابع الضرر لأضرار المباني والأضرار في الأثاث الثابت والمتحرك

وهكذا توضع توابع الضرر المشتقة بهذه الطريقة في خدمة المنافع الأخرى ذات الطبيعة الخاصة للاستخدام ويمكن أن تستخدم لتحديد فعاليات الضرر بالعلاقة مع ارتفاعات الغمر في مناطق المشروع.

3.2.9 تقدير قيم الضرر

في حالة الإلمام بتوابع منسوب الماء - الأضرار لوحدها تبقى قيمة الأضرار غير قابلة للحساب لمنطقة محددة وفي هذا السياق تكون المعلومات عن الشروط المحيطة الهيدرولوجية والهيدروليكية وكذلك أشكال الاستغلال في منطقة المشروع ضرورية، ويجب أن تكون المعطيات عن الموقع والارتفاع دقيقة لكي يكون تقدير حجم الغمر للمنشآت المنفردة أو مجموعات المنشآت في منطقة الدراسة قدر الإمكان دقيقاً، واستناداً إلى النسخ الأولى المطورة في(RWTH آخن) توفر البرنامج HWS Calc (pro Aqua، 1966) للاستخدام ويعالج البرنامج البيانات ذات العلاقة بـــ:

- الطبوغرافيا،
- استغلال الأرض،
- الهيدرولوجيا،
- توابع الضرر،
- هيدروليك الأنهار،
- الأنظمة الممكنة المحتملة والإجراءات المحتملة،
- الأضرار المالية.

انطلاقاً من هذه القاعدة للبيانات يتم بداية حساب مناسيب المياه ومناطق الغمر لأجل فيضانات محتملة بتكرار مختلف وفي النهاية إجراء التقاطع (التمازج) مع أشكال استغلال المساحات وتوابع الضرر، وهكذا يمكن في النهاية حساب الأضرار المالية الناتجة عن الفيضان والقيم السنوية المتوقعة للأضرار والتـــي تلحظ في الدراسات النهائية المتعلقة بالاستغلال والتكلفة، لذا تم إدخال نظام المعلومات الجغرافي في البرنامج (GIS-Modul) لكي نتمكن من تقدير الأضرار وآثارها في المساحة المدروسة وفي النهاية أيضاً لإخراجها وعرضها على شكل أجزاء مساحية.

تم في الشكل (9-7) تمثيل نموذجي للأضرار الإجمالية في منطقة اختبارية بالعلاقة مع احتمال تجاوز تصريف القمة للفيضان لأجل عدة احتمالات للنظام وللحالة الواقعية.

ويبين الشكل (9-8) إمكانية تمثيل النتائج استناداً إلى أنواع الضرر (الأضرار الممكنة) (أضرار المبانـــي، الأضرار في الأساس الثابت والمتحرك) والأضرار الناتجة عن توقف الاستغلال لأجل حالة واقع ما في منطقة الدراسة، علاوة على ذلك يكون ممكناً تقييم القيم المتوقعة للأضرار بالعلاقة مع أنواع الاستغلال الرئيسية ومن ثم تمثيلها الشكل (9-9).

3.9 اختبار التكلفة – المنفعة

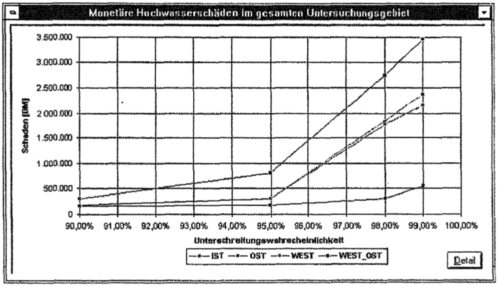
تؤدي الأعمال الاقتصادية المائية بقصد الحماية من الفيضان دوماً إلى تأثيرات هامة وملحوظة على النظام الإيكولوجي، وتتطلب في جميع الأحوال رأسمالاً كبيراً وترتبط بمصادر طويلة الأمد. ويجب أن تؤخذ بالاعتبار أثناء تقييم النتائج الإيجابية والسلبية لمثل هذه الأعمال من حيث التأثيرات المتبادلة بين المجتمع والبيئة المحيطة والمسائل الاقتصادية والتقنية المستخدمة.

وكهدف رئيسي للمشاريع الاقتصادية المائية يطلب دوماً تحسين نوعية الحياة ومستواها وتستند النتائج إلى أربعة محاور تقييم (نظام المحاور الأربعة LAWA, 1981):

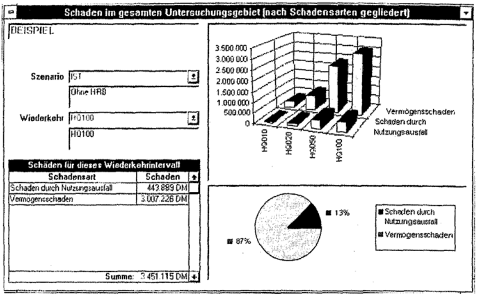
- تطور الاقتصاد الوطنـــي،
- نوعية البيئة المحيطة،
- العافية الاجتماعية،
- التطور الإقليمي.

أثناء تطبيقات التقييم يتم التمييز بشكل أساسي بين الطرق المغلقة والطرق المكشوفة، حيث تؤمن الطرق المغلقة مثل تحاليل التكلفة – المنفعة (KNA) حلاً مغلقاً واضحاً يمثل أيضاً الحلول الأفضل ومعايير القرار لأصحاب القرار (Schultz, 1993).

يشترط حساب مقارنة التكلفة (KVA) بأنه خلال الأعمال الاقتصادية المائية تبقى المنفعة واحدة ولها نفس الحجم بغض النظر عن إجراءات الحماية المحتملة والمخطط لتنفيذها ولذلك يجب ألا تؤخذ بالاعتبار في المقارنة. لا تؤمّن طرق التقييم المفتوحة (OBV) أي حل مغلق وإنما تضع جميع قيم المعلومات الضرورية بأسلوب شامل في متناول اليد لإيجاد القرار.

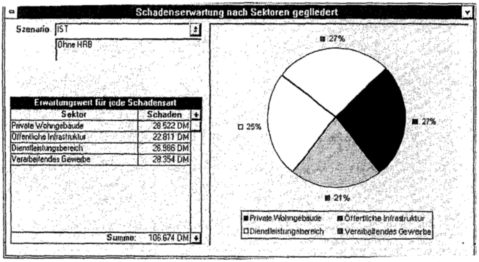


الشكل **7.9**: الأضرار المالية في منطقة الدراسة بالعلاقة مع احتمال التجاوز لتصاريف فيضانات مختلفة (ProAqua, 1996)



الشكل 8.9: الجمع بشكل منفصل للأضرار في منطقة الدراسة حسب أنواع الضرر

(Pro Aqua, 1996)



الشكل 9.9: توقع الضرر لحالة الواقع لأنواع استخدام رئيسية مختارة (Pro Aqua, 1996)

بذلك نستطيع التمييز بين الطرق أحادية البعد ومتعددة الأبعاد، والطرق الأخيرة مثل تحليل القيمة (NWA) أو تحليل فعالية التكلفة (KWA) تستطيع أيضاً لحظ التأثيرات غير المالية في الحل حيث ينصح باستخدامها للتقييم الشامل بالنظر إلى المحاور الأربعة المذكورة

أعلاه (انظر أيضاً الفقرة 7-1-9-3). ويجب أن نسمي هنا أيضاً اختبار تحمل البيئة المحيطة (UVP) كجزء من تقييم المشروع الإيكولوجي. تم تدوين ملخص شامل لطرق التقييم الأساسية في الجدول (9-1) إلى جانب نموذج لطريقة عامة (LAWA, 1998).

ويتم التمييز بين التكاليف وأشكال المنفعة المباشرة وغير المباشرة خلال تطبيقات التقييم، فالتكاليف المباشرة هي على سبيل المثال تكاليف الإنشاء والصيانة وتكاليف التشغيل، وترتبط التكاليف وأشكال المنفعة غير المباشرة بالمشروع المدروس بشكل غير مباشر فقط، وتسمى هذه أيضاً كتأثيرات خارجية.

إن التكاليف وأشكال المنفعة الحقيقية يمكن وضعها رقمياً ويمكن بذلك أن تقيّم مالياً، وعلى عكس ذلك تكون التكاليف وأشكال المنفعة غير الحقيقية والتي لا يمكن تقييمها مالياً (على سبيل المثال ضمان التعدد الحيوي أو حماية حياة السكان). ثم بعد ذلك تتم دراسة عملية وأهمية تقييم المشروع اقتصادياً على أساس التكاليف وأشكال المنفعة الممكن الإحاطة بها مالياً.

1.3.9 الأسس الرياضية المالية

تقسم طرق حساب الاستثمار على الغالب إلى:

- الطرق الاستاتيكية و
- الطرق الديناميكية.

عندما يتم مراعاة مردود المنفعة والتكلفة من خلال رفع وخفض الفائدة في إطار اختبار المنفعة – التكلفة عند ذلك نكون في إطار الحديث عن طريقة ديناميكية، حيث تؤدي مدة الاستخدام طويلة الأمد للمنشآت الاقتصادية المائية بالمقارنة إلى إشكال كبير في النتيجة الإجمالية خلال أسلوب آخر للدراسة، والسؤال الذي يطرح هل المشروع اقتصادي (الاقتصادية المطلقة) أو هل الحل المقترح للمشروع اقتصادي أكثر من غيره (الاقتصادية النسبية).

والقيم الحسابية الأساسية في إطار تحليل التكلفة – المنفعة هي مدة الاختبار ومعدل الفائدة، وأخيراً ترتبط اقتصادية مشروع ما بطريقة اختبار هذه القيم (انظر أيضاً الفقرة 7-1-9-3). إن مجموعة العمل الدولية للمياه تنصح بمعدل فائدة حسابي قدره 3% P.a كقيمة قياسية ولأجل الاختبارات الدقيقة مجال مناورة بين 5-2% P.a. (LAWA, 1998).

الجدول 1.9: تمثيل طرق التقييم بواسطة نموذج عام لطرق الحل لتنفيذ اختبارات التكلفة – المنفعة (LAWA, 1998)

طريقة التقييم المرحلة		حساب مقارنة التكاليف KVR	حساب مقارنة التكاليف الموسعة EKVR	تحاليل التكلفة ـ المنفعة KNA	تحليل القيمة NWA	تحليل فعالية التكاليف (تحاليل التكلفة ـ المنفعة) KWA	تجميع وطرق التقييم المفتوحة OBV
تعريف المشكلة	Vorfeld	تتركز الاعمال للتوضيح المسبق للوظيفة حسب هدف الاختبار حجم وتعقيد الإجراءات ودقة الاهداف المعطاة					
2.التحديد الدقيق لنظام الهدف يجري التقييم التحليلي بالنظر لـ	Vorfeld	تأثيرات التكاليف الاقتصادية المنفردة والعامة (الشرط: وحدة المنفعة)	استخدام الفروق الاقتصادية بين الحلول الاحتمالية	المردود الاقتصادي (الاقتصادية الشاملة، محلياً)	نوعية المشاكل في منظومة الهدف المطورة	تأثيرات التكاليف المأخوذة بالاعتبار ونوعية المشاكل في منظومة الهدف المطورة	في الحالة الشاملة: المردود الاقتصادي، نوعية البيئة المحيطة، التطور المحلي، العاقبة الإجتماعية
وزن الهدف	Vorfeld	غير موجود			أوزان الهدف لجميع معايير الهدف		في بعض المناطق
3.تحديد مجال اتخاذ القرار	Vorfeld	لا توجد اختلافات تتعلق بنوعية الطريقة					
4.الاختيار المسبق للإجراءات الواجب تحليلها في الخطوات اللاحقة	Vorfeld	لا توجد اختلافات تعلق بنوعية الطريقة					
5. تحديد تأثيرات الإجراءات الهامة لإتخاذ القرار (تحليل التأثير)	Untersuchungen im engeren Sinn	الكميات المستخدمة المسببة للتكلفة	حاصل الفرق بين الحلول المطروحة	الكميات المستخدمة للنواتج كمياً والتوفير	النواتج المستهدفة	الكميات المستخدمة المسببة للتكلفة + النواتج المستهدفة	في الحالة الشاملة: لجميع التأثيرات الإيجابية والسلبية (كميات)
	Untersuchungen im engeren Sinn	المقاييس النسبية الوحدات المالية			نطمح لـ المقاييس الأصلية واحدات غير مالية	مساوئ ذات أهمية من ناحية التكلفة مثل KV,EKV,KNA ميزات ومساوئ أخرى مثل NWA	مقاييس مختلفة وحدات مالية وغير مالية
	Untersuchungen im engeren Sinn	سلاسل التكلفة	سلاسل التكلفة وسلاسل استخدامات الفروق	التكاليف وسلاسل المنفعة	القيم المستهدفة	سلاسل التكلفة والقيم المستهدفة	التكاليف وسلاسل المنفعة، القيم المستهدفة، الأدلة
	Untersuchungen im engeren Sinn	غير موجودة، فقط مقارنة القيم القابلة للصرف والكلف السنوية	جزئياً: مقارنة قيم التكلفة من خلال حساب منافع الفروقات ـ القيم المحسوسة	مقارنة قيم الرأسمال أو نسب المنفعة التكلفة (غير متعلقة بالمشكلة)	مقارنة قيم المنفعة	استخدام مبدأ المردود ومبدأ التوفير أو مقارنة نسب في المنفعة التكلفة (متعلقة بالمشكلة)	موازنة جزئية، طرح مشترك للوصول إلى الهدف وغض النظر عن الهدف (trade-offs)
liefert im Hinblick auf die Bewertungsziele (Stufe 2)	Untersuchungen im engeren Sinn	نتيجة نسبية عن الفائدة من الحلول المتوصل إليها عبر مقارنتها		نتيجة مطلقة	نتيجة نسبية أثناء مقارنة الحلول الموضوعية مع بعضها المأخوذة وغير المأخوذة		نتيجة نسبية موضوعاً جانبياً أو مفتوحة
9. Empfindlichkeitsprüfung	Untersuchungen im engeren Sinn	وضع حدود لمركبات الأمان والخطر في حسابات المراحل 6 و7 وكذلك في حسابات المرحلة 8 وتأثيراتها على النتائج للمرحلة 8 حساب القيم للحرجة، الاختلافات في المعالجة تنتج مباشرة من نوع ومجال بيانات الإدخال المستخدمة في المرحلة المذكورة					
10. Darlegen der nicht-rechenbaren Maßnahmewirkungen	Untersuchungen im engeren Sinn				نظرياً النموذج غير موجود	نظرياً النموذج غير موجود	في موازنات جزئية منفردة حسب ربط التقييم
11. Gesamtbeurteilung der Maßnahmen	Untersuchungen im engeren Sinn	جمع النتائج الجزئية من المراحل 8 و 7 وكذلك من المرحلة 10في نتيجة إجمالية			تطوير نتيجة إجمالية من نتيجة المرحلة 8 عبر إدخال المعلومات من المرحلة 9		في الطريقة المفتوحة تحضير النتائج لعملية التنسيق

إن مدة الاستخدام للمنشآت الاقتصادية المائية تكون في المتوسط بين 25 و80 عاماً، ويتم إدخالها كمدة زمنية للاختبارات الأساسية في التحاليل. تم في الجدول (9-2) عرض مدد الاختبارات الأساسية لأنواع متعددة من الإجراءات الاقتصادية المائية بدون مراحل استثمار (LAWA, 1998).

الجدول 2.9: مدد الاختبار الأساسي لأنواع الإجراءات الاقتصادية المائية المختلفة

منشآت نوع الإجراء	مدة الاختبار الأساسي (في العام)
تحسين المجاري المائية	50
المنشآت المائية الزراعية	40
منشآت الإمداد بمياه الشرب	50
جر مياه الصرف الصحي	50
تنقية المياه/معالجة مياه الصرف الصحي	25
السدود	80
أحواض تخزين الفيضان	80
حماية الشواطئ	80

إن توزيع مقادير التسديد والأرباح خلال الزمن يؤثر في ظهور سلسلة دفع مفصّلة بين بداية الاستثمار ونهاية مدة الاختبار الأساسية الشكل (9-10). يؤثر توقيت الخطة والذي يجري فيه التسديد مباشرة على اقتصادية المشروع وبالتالي يجب أن تكون التكاليف التي تنشأ في نهاية عمر المنشأة أخفض من تكاليف الاستثمار المقدرة قبل بداية العمل، وهنا تقدّر التكاليف السابقة للخطة المقارنة بقيمة أكبر من الواقع (زيادة في مقدار الفائدة، التراكم) وعلى العكس من ذلك تقدّر المصاريف المستقبلية بقيمة أخفض (تناقص في مقدار الفائدة، حسم من الحساب). نحصل عند ذلك على ما نسميها مقادير المنفعة أو مقادير الكلفة.

ولأجل حساب القيمة المادية الحالية المحسوسة للمدفوعات المنفردة نميز بين معامل التراكم (انظر أيضاً LAWA, 1998).

$$AFAKE(i,n) = (1+i)^n \qquad (7.9)$$

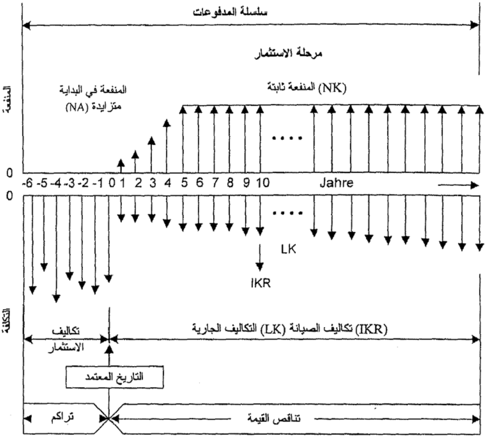
ومعامل التناقص (الخصم)

$$DFAKE(i,n) = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (8.9)$$

حيث

i معدل الفائدة التراكمي (على سبيل المثال 0.03 لأجل 3%).

n عدد السنوات بين الدفع و التاريخ المعتمد .



الشكل 10.9: إيضاح سلسلة الكلفة

ونحصل على القيمة المادية الحالية المحسوسة من خلال ضرب المعاملات بالمدفوعات المنفردة وعندما تصبح المدفوعات المنفردة مستحقة للدفع خلال مدة الاستخدام، على سبيل المثال تكاليف الصيانة (إعادة التأهيل) وهكذا تكون جاهزة للتسليم على أساس الأسعار الحالية، وفي شروط معدل التضخم الحقيقي تعطى قيمة مرتفعة لهذه المدفوعات تبعاً لذلك،

ولهذا السبب يمكن أن يدخل معامل تراكم عندما يستبدل معدل الفائدة بمعدل الغلاء المتنبأ به.

لأجل حساب القيمة المادية الحالية المحسوسة لسلاسل التكلفة السنوية المنتظمة ينتج معامل التراكم المناسب:

$$AFAKR(i,n) = \frac{\left[(1+i)^n - 1\right]}{i} \qquad (9.9)$$

ومعامل التناقص (الخصم)

$$DFAKR(i,n) = \frac{\left[(1+i)^n - 1\right]}{i(1+i)^n} \qquad (10.9)$$

حيث:

i معدل الفائدة التراكمي (على سبيل المثال 0.03 لأجل 3%)،

n عدد السنوات بين الدفع والتاريخ المعتمد.

إن القيمة المادية المحسوسة ذات العلاقة في التاريخ المعتمد تنتج إذاً من ناتج التكاليف الاعتبارية .P.a لسلسلة التسديد المنتظمة ومعاملات التراكم والتناقص (الخصم).

2.3.9 التقييم الاقتصادي

إن التقييم الاقتصادي الأكثر استخداماً هو تحليل التكلفة – المنفعة، وهو وحيد البعد ويأخذ بالاعتبار المسائل الاقتصادية، ويتم بموجبه شرح كل أنواع المنفعة والتكاليف من خلال قيم نقدية أي تقييم مالياً وللحكم هل المشروع اقتصادي أم لا يتم إعطاء معايير متعددة لاتخاذ القرار، وهنا يجب اللجوء إلى المعايير الأكثر استخداماً وإلى قيمة رأس المال وعلاقة المنفعة – التكلفة لتقييم إجراءات الحماية من الفيضان، إلى جانب ذلك يوجد إلى الآن معدل فائدة داخلي وفائدة سنوية على الديون.

a- تحسب قيمة رأس المال من القيمة المادية الحالية المحسوسة للمنفعة محسوماً منها القيمة المادية المحسوبة للتكاليف في التاريخ المعتمد عند مراعاة مدة الاختبار الأساسية.

$$KW_0 = NBW_0 - IKBW_0 - LKBW_0 - IKR_nBW_0 \qquad (11.9)$$

KW_0 قيمة رأس المال في التاريخ المعتمد،

NBW_0 القيمة المادية الحالية المحسوسة للمنفعة في التاريخ المعتمد،

$IKBW_0$ القيمة المادية المحسوسة الحالية لتكاليف الاستثمار في التاريخ المعتمد،

$LKBW_0$ القيمة المادية المحسوسة الحالية للتكاليف الجارية،

IKR_nBW_0 القيمة المادية المحسوسة الحالية لتكاليف الصيانة (إعادة التأهيل) في العام n.

ويكون المشروع اقتصادياً عندما تكون قيمة رأس المال أكبر من الصفر، وعندما نقارن عدة حلول مطروحة للمشروع مع بعضها يجب أن نفضّل الحل الذي يعطي قيمة رأس مال أكبر.

b- تحسب نسبة المنفعة – التكلفة من مجموع كل القيم المادية المحسوسة المستفاد منها مقسوما على مجموع التكاليف.

$$N/K = NBW_0 /(IKBW_0 + LKBW_0 + IKR_nBW_0) \quad (12.9)$$

N/K نسبة المنفعة – التكلفة،

NBW_0 القيمة المادية الحالية المحسوسة للمنفعة في التاريخ المعتمد،

$IKBW_0$ القيمة المادية المحسوسة الحالية لتكاليف الاستثمار في التاريخ المعتمد،

$LKBW_0$ القيمة المادية المحسوسة الحالية للتكاليف الجارية،

IKR_nBW_0 القيمة المادية المحسوسة الحالية لتكاليف الصيانة (إعادة التأهيل) في العام n.

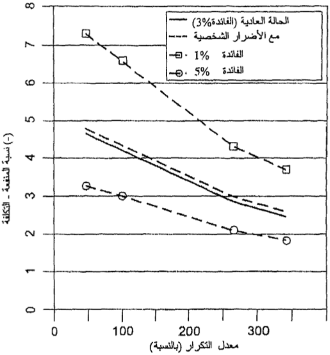
عندما تنتج نسبة المنفعة – التكلفة N/K أكبر بكثير من الواحد يكون المشروع اقتصادياً.

إن اختبار نموذجي للتكلفة – المنفعة قام بتنفيذه (ROTCHER and TONSMAN, 1999) لإجراءات الحماية من الفيضان على نهر اللوس في نوردهيسن وتم الانطلاق من تكاليف أضرار الفيضان النسبية لأجل كل متر مربع واحد من منطقة الغمر موزعة لمناسيب المياه أكبر وأصغر من متر واحد.

إن تكاليف الاستثمار لإجراءات الحماية من الفيضان المكونة من حوضين لتخزين الفيضان بلغت 27 مليون ماركاً ألمانيا بالإضافة إلى ذلك يكون ضرورياً وجود سدات محلية وفي حالات منفردة يكون بناء الجسور الجديدة ضرورياً، وتبلغ التكاليف لهذه الإجراءات المحلية بين 17 مليون ماركاً ألمانياً لأجل HQ_{50} (لفيضان يتكرر كل 50 عام مرة) و25 مليون

ماركاً ألمانيا لأجل HQ_{100} (لفيضان يتكرر كل 100 عام مرة).

لقد تم في الشكل (9-11) عرض نتائج الاختبارات كنسب منفعة - تكاليف لأجل حوادث فيضان مختلفة التكرار ويكون تقييم المنفعة المأخوذة لتجنب الأضرار في الأرواح ممكناً بصعوبة.



الشكل 11.9: نسب المنفعة - التكلفة لإجراءات الحماية من الفيضان في منطقة الحوض الساكب لنهر لوس (Rottcher and Tonsman, 1999)

لأجل منطقة وسط أوروبا ومن النسبة المقدرة بشكل غير دقيق لعدد ضحايا مقداره عشرة أشخاص إلى مليار واحد من الماركات الألمانية قيمة الأضرار المالية (shmidkte, 1995) ومن خلال إرشادات توجيهية من قطاع النقل زادت بعد ذلك نسبة المنفعة - التكلفة مقابل الحالة العادية بمقدار 2% (معدل الفائدة التراكمي 3%).

أدت الاختبارات إجمالياً إلى نسبة منفعة - تكلفة $N/K > 1$ حيث تم النظر إلى إجراءات الحماية من الفيضان المخطط لها في منطقة الحوض الساكب المدروسة بأنها اقتصادية.

10. التأمين ضد أضرار الفيضان

WOLFGANG KRON

إن حوادث الغمر هي الأسباب الطبيعية الأكثر شيوعاً لوقوع الأضرار، ويمكن أن نرجع ثلث حوادث الضرر المسجلة وكذلك ثلث الأضرار الاقتصادية على المستوى العالمي تقريباً إلى نتائج الفيضانات، وأكثر من نصف الأشخاص المتوفين بفعل الكوارث الطبيعية كانوا في العقد الأخير بسبب الفيضانات.

إن التأمين ضد أضرار الفيضان أقل انتشاراً في العالم وفي ألمانيا من التأمين ضد أضرار الأعاصير، لذا يجب أن تتم معالجة بعض الأسباب المرتبطة بذلك والمشاكل المرتبطة بالتأمين ضد الغمر في هذا الفصل.

1.10 الأضرار وقيمتها

على الرغم من تصدر زلزالان قائمة الكوارث الطبيعية انظر الجدول (10-1) إلا أنه يمكن إرجاع نصف الكوارث المدونة الـ 18 تقريباً في هذا الجدول والتي تزيد أضرارها الإجمالية عن عشرة مليارات دولار أمريكي إلى حوادث الغمر، ويمكن أن نضيف إلى ذلك أن الكثير من حوادث الغمر الصغيرة والمتوسطة التي تحدث يومياً في أمكنة متعددة من العالم تكون سبباً في خسائر فادحة.

فقط في التسعينيات من القرن الماضي تم إنفاق حوالي 500 مليار مارك ألماني عالمياً بسبب الأضرار الناجمة عن الفيضانات، بالإضافة إلى ذلك يمكن ذكر النفقات الكبيرة التي أنفقت في إجراءات الحماية (الإنشائية وغير الإنشائية) والتي يصعب تقدير حجمها وقيمتها. يتضمن أحد التقارير السويسرية (KATANOS, 1995) بأنه يوجد في سويسرا خطر من الأضرار الممكن وقوعها بسبب الكوارث الطبيعية تقدر قيمتها 15 مليار فرنك سويسري في المتوسط سنوياً، ويمكن أن نرجع 15% من هذه الأخطار إلى الفيضانات، بينما توزع 85% الباقية على الزلازل والأعاصير وانهيار الكتل الجليدية وغيرها من الأخطار، بالمقابل يتم صرف

56% من هذه المدخرات لمنشآت التأمين ضد الفيضان والكوارث الطبيعية الأخرى للوصول إلى زيادة في المشاركة بأعمال الإغاثة عند الحاجة مقدارها ثلاثة أو أربعة أضعاف. ومن الطبيعي أنه على سبيل المثال يجب أن تتخذ إجراءات إنشائية مناسبة للوقاية من الزلازل في المنشآت المهددة بالزلازل وأن يتم تحميل أصحاب هذه المنشآت تكاليف الإجراءات المتخذة، ولكن يجب أن تبقى النــزعه قائمة دوماً لإعطاء الأولوية للحماية من الفيضانات.

الجدول 1.10: الكوارث الطبيعية التـــي ألحقت أكثر الأضرار تكلفة (أعدت في 2000/12/31م).

الترتيب	السنة	الحادثة	البلد المنطقة	الأضرار التـــي لحقت بالاقتصاد الوطنـــي (مليار دولار أمريكي)	مقدار التأمين [%]
1	1995	زلزال (هانشين الكبرى)	اليابان	100 <	3
2	1994	زلزال (نورس ردج)	USA	44	35
3	1998	حوادث غمر	الصين	30	3
4	1992	إعصار أندوا	USA	27	64
5	1996	حوادث غمر	الصين	24	2
6	1999	عواصف شتوية	أوروبا	18	59
7	1993	حوادث غمر (المسيسبي)	USA	16	6
8	1999	عواصف شتوية	أوروبا	15	69
	1991	حوادث غمر	الصين	15	3
	1995	حوادث غمر	كوريا الشمالية	15	≈ 0
11	1988	زلزال	أرمينيا	14	≈ 0
12	1999	زلزال	تايوان	14	6
13	1980	زلزال	إيطاليا	12	< 1
	1999	زلزال	تركيا	12	5
15	1993	حوادث غمر	الصين	11	< 1
	1993	عواصف، حوادث غمر	اليابان	11	13
17	1991	إعصار طيفون	اليابان	10	54
	1998	إعصار جورجيا	USA الكاريبي	10	34
30 <	1997	حوادث غمر (نهر الأودر)	شرق أوروبا	6	13

بشكل عام تضر حوادث الغمر بالدرجة الأولى الاقتصاد الوطنـــي للبلدان، وبشكل أقل مؤسسات التأمين، لأنه على العكس تكون كثافة التأمين ضد خطر الغمر عادة أقل من التأمين ضد خطر الزلازل و الأعاصير (قارن الجدول 10-1 العمود الأخير). في المتوسط بلغت الأضرار التـــي تسبب بها الفيضان لمرة واحدة والمؤمن عليها 8% من جميع الأضرار التـــي حدثت في الفترة الزمنية من 1990 ولغاية 1999.

تمثل حوادث الغمر في ألمانيا الحوادث الأكثر تكراراً من بين الحوادث الطبيعية المسببة للضرر، وتكون هنا قيمة الأضرار الناتجة من الأعاصير والزلازل أكبر بشكل ملحوظ ولكن يكون تردد الأضرار الناجمة عنها أقل.

إن الفيضانات الشتوية التـــي وقعت في أعوام 1993 و1995 في منطقة الراين تسببت في أضرار من مرتبة 1.3 مليار مارك (BfC, 1996). في ألمانيا وفي أثناء فيضان نهر الأودر 1997 أمكن تجنب الأضرار الكبيرة في المناطق الألمانية فقط بجهود كبيرة ولكن كلف هذا الفيضان ما مجمله 650 مليون ماركاً ألمانيا. في السابق نادراً ما أوضحت حادثة بشكل جلي عن مقدار الخطر الممكن أن يحدق بالناس عندما يسكنون في منطقة مثل منطقة انهدام نهر الأودر، وهي المنطقة التـــي رزحت سابقاً تحت الماء بشكل متكرر.

إن أكثر المناطق تعرضا للأضرار أو التـــي تعتبر مسرحاً لها في ألمانيا بالنسبة للفيضانات الداخلية هي بالتأكيد تلك الواقعة في منطقة الحوض الساكب وعلى طول نهر الراين، وأعطت الدراسات الموضوعة عن الراين من منطقة إيفيتسهايم حتـــى بنغن (BLAG, 1996) ولكولن (STADTKOLN, 1996) أنه توجد إمكانية حدوث أضرار في الاقتصاد الوطنـــي من حادثة فيضان تتكرر مرة واحدة خلال 200 سنة من مرتبة. 11 مليار و7 مليار مارك للمنطقتين على التوالي.

ولأجل كامل الجزء من نهر الراين الواقع في نوردهاين - فيست فالن تم حساب الأضرار المادية المتوقع حدوثها من جراء فيضان من نفس الدرجة (أي فيضان يتكرر كل 200 سنة مرة) وعند افتراض عدم فعالية منشآت الحماية من الفيضان، فبلغ مقدار هذه الأضرار المادية ما مقداره 26 مليار مارك ألمانـــي والتـــي يمكن أن تنخفض مع افتراض الفعالية التامة

لإجراءات الحماية من الفيضان إلى 4.3 مليار مارك ألمانـــي (MURL NRW, 2000).

واستناداً إلى هذه الأرقام توجد هناك إمكانية لتوفير 20 مليار مارك ألمانـــي أثناء حدوث مثل هذه الحالة، واستناداً إلى قيمة التأمين المعتدلة وسطياً ضد خطر الفيضان في ألمانيا ومع مراعاة ارتفاع إمكانية حدوث غمر للسوق في بادن – فيرتمبرغ، يمكن أن نتوقع وصول حجم التأمين ضد أضرار الفيضان إلى 5 مليار مارك ألمانـــي.

2.10 أنواع حوادث الغمر

لا توجد أية منطقة على سطح الكرة الأرضية محصنة ضد حوادث الفيضان، ولكن توجد فروقات من حيث النوع وتكرار الحوادث. يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع رئيسية من أسباب حوادث الغمر (انظر أيضاً الجدول 10-2):

- سيول العواصف والأعاصير،
- حوادث غمر الأنهار،
- السيول المفاجئة.

ولهذه الأنواع تتبع أيضاً سلسلة من الحالات الخاصة مثل تلك الناتجة من الحوادث التكتونية (الزلازل، الفوالق) والأمواج الناتجة عن انهيار السدود والانهيارات الناجمة عن منشآت الحجز (على سبيل المثال من خلال انزلاق المنحدرات في أحد الأنهار، حجز الجليد، بناء جسر) وأنهار الوحل وتلك الجريانات المليئة بالرواسب وارتفاع منسوب المياه الجوفية وغيرها (MUNCHENER RUCK, 1997).

تمثل الأنواع الرئيسية الثلاثة حالات مختلفة تماماً عند الأخذ بوجهات النظر المتعلقة بتقنية التأمين ونشرح الاختلافات الهامة هنا مرة أخرى فيما يلي بشكل مختصر.

- يمكن أن تظهر سيول العواصف على سواحل البحار والبحيرات الكبيرة وهي الأكثر خطراً في العالم والتـــي تسبب أكثر الخسائر بالأرواح مقارنة مع حوادث الفيضان الأخرى، ويمكن أن نذكر سيول العواصف في بنغلادش التـــي ذهب ضحيتها 300000 قتيل في عام 1970 و140000 قتيل في عام 1991 حيث هي الأخطر في الماضي القريب ولكن ليست هي الوحيدة.

الجدول 2.10: أنواع الغمر

النوع	السبب	المناطق المتضررة	الأمان من الأضرار	عوامل الضرر	الأضرار
سيول العواصف	منسوب ماء مرتفع بسبب الرياح والأمواج العالية	نسبياً أحزمة ساحلية ضيقة	الإنذار المبكر، السدات، التهجير	الماء المالح، قوى الأمواج	مرتفعة جداً، ترددها قليل جداً (حماية الشواطئ يكون جيداً)
فيضان الأنهار	الهطولات ذات الديمومة الطويلة والغزيرة والتي لها انتشار واسع (ربما ذوبان الثلوج)	دوماً نفس المناطق بالقرب من النهر	الإنذار المبكر، الحماية الهندسية من الفيضان، الحماية المؤقتة للمنشآت، تخزين الأجهزة المتحركة الهرب	تأثيرات المياه الطويلة الأمد، تلوث المياه مثلاً بالزيوت	تردد قليل، إمكانية مرتفعة لوقوع الأضرار
سيول مفاجئة	مطر محلي شديد	عملياً في أي مكان، أيضاً بعيداً عن المجاري المائية		تأثير ميكانيكي للماء الجاري السريع مع كثير من الرواسب	تردد كثير (لكن ليس في نفس المكان) نسبياً أضرار قليلة (في الحوادث المنفردة) أضرار الجرف

في أوروبا نفسها سببت حوادث سيول العواصف في النصف الثاني من القرن الماضي موت الآلاف من الناس (بحر الشمال 2000، 1953 قتيل). وأصبحت كوارث العواصف الكبيرة نادرة الحدوث بسبب توفر إجراءات الحماية المحسّنة للشواطئ وخاصة استمرار تطوير إمكانيات التنبؤ والإنذار في السنوات الماضية بحيث أصبحت كوارث العواصف الكبيرة نادرة. وعلى الرغم من ذلك يكون لسيول العواصف المقدرة على إحداث أضرار كبيرة في الأشرطة الساحلية الضيقة المحاذية للشواطئ، وإن تحقيق الأمان من هذه الأضرار نادراً ما يكون ممكناً بسبب مشكلة عدم وجود الخيارات الأخرى (انظر الفقرة 10-5).

– تقع حوادث غمر الأنهار نتيجة لهطولات شديدة ودائمة لعدة أيام على منطقة كبيرة حيث تصبح التربة مشبعة ولا تستطيع استيعاب أية مياه عند ذلك تجري المياه الهاطلة مباشرة إلى المجاري المائية، علاوة على ذلك يمكن أن يكون للتربة المتجمدة نفس التأثير أيضاً حيث

تمنع تسرب الماء إلى داخل هذه التربة. لا تحدث حوادث غمر الأنهار بشكل مفاجئ حيث تنشأ مع الزمن ويمكن أن تحدث أحياناً في وقت قصير ويمكن أن تكون المساحات المغمورة كبيرة جداً عندما يكون وادي النهر منبسطاً وعريضاً وعندما تتوفر مياه كافية. تنحصر مساحة الغمر في الأودية الضيقة على شريط ضيق نسبياً على طول النهر ولكن تنشأ هنا أعماق مياه كبيرة وسرعات جريان كبيرة – غالباً ترتبط بعمليات نقل كبيرة للرسوبيات – وكذلك تنشأ قوى ميكانيكية والتـــي تزيد من الأضرار الناشئة بشكل كبير.

تستمر حوادث الغمر حول الأنهار في العادة لفترة تتراوح بين عدة أيام وعدة أسابيع وغالباً يتوفر الإنذار المبكر قبل حدوث الفيضان بعدة ساعات (عندما لا يكون في المقدور عدة أيام) اعتماداً على التنبؤات بالفيضان ويرتبط هذا الزمن بحجم النهر وحجم الحوض الساكب وكذلك بالسرعة التـــي تتحرك بها موجة الفيضان باتجاه أسفل النهر.

تكون تقنية التأمين مرتبطة بمشاكل عديدة في حالة هذا النوع من الغمر على اعتبار أنه يوجد هنا فقط عدد قليل نسبياً من المنشآت والتـــي غالباً يطالها الفيضان بشكل متكرر، ويكون الحد من مساحة المناطق المتضررة صعب للغاية، كما يكون إعطاء الاحتمال لوقوع ضرر ما في نقطة محددة نادراً، وخصوصاً عندما تكون إجراءات الحماية من الفيضان موجودة، والتـــي يمكن أن تكون فعّالة عندما تكون الحالة فوق المستوى القياسي، على عكس ذلك يمكن أن تتعطل في حالة الفيضان الأصغر من المستوى القياسي.

– الجميع مهدد عملياً من السيول المفاجئة، حيث تحدث بسرعة في بداية غمر نهري كبير، على سبيل المثال فيضان نهر الأودر لعام 1997، ولكنها تظهر على الغالب كحادثة منفردة وهامة محلياً فقط وتنتشر بسرعة زمنياً ومكانياً.

تنشأ السيول المفاجئة عادة من الهطولات الشديدة لفترات قصيرة في الغالب في منطقة صغيرة جداً بالعلاقة مع العواصف الرعدية الشديدة. على الغالب تكون التربة غير مشبعة في مثل هذه الحالات وتكون شدة الهطول أكبر من معدل التسرب إلى داخل هذه التربة لذلك يجري الماء على سطح التربة ويصل بسرعة إلى المجرى المائي ليتركز الجريان هناك، وتكون

النتيجة تشكل موجة فيضان متزايدة بسرعة والتـــي تسير في الوادي كالسيل الجارف وتصل في وقت قصير إلى مناطق ربما لم تمطر فيها ولو مرة واحدة. ومن هنا جاء أيضاً المثل العربـــي القديم الذي يقول "في الصحراء يغرق ناس أكثر مما يموتون عطشاً" ويندرج أيضاً تحت مصطلح السيل المفاجئ انهمار المطر الشديد فوق سطح أرض منبسطة حيث تحصل حوادث غمر بسبب عدم تمكن الماء من الجريان بسرعة كافية.

لا يمكن التكهن بالسيول المفاجئة بسبب كون المسار الزمنـــي لها قصير جداً، حيث أنه يكون مجال حركة الإنذار المبكر في بضعة دقائق وبذلك تكون المدة المتاحة للإجراءات لتخفيض الأضرار قصيرة، وعلى الغالب تكون هذه الإجراءات غير ممكنة وتقتصر الإنذارات من السيول المفاجئة بذلك فقط على التنبؤات بالهطولات، وأيضاً تكون مدة حوادث السيول المفاجئة قصيرة جداً بالمقارنة مع حوادث الغمر النهرية، وبعد ساعات قليلة تكون المياه قد مرت بعيداً ويبقى فقط أثر الدمار والأوساخ الشكل (10-1).

الشكل 1.10: أضرار الغمر في صالة المعيشة.

غالباً يتم تقدير مجموع تأثيرات السيول المفاجئة بقيم أقل من القيم الحقيقية، في بادن فيرتمبرغ كان موجوداً حتـــى عام 1993 تأمين احتكاري وإلزامي من الفيضان بحيث أن جميع الأضرار التـــي تحدث بفعل الفيضان تكون قابلة للتقييم، وأعطى التقييم أن نصف جميع الأضرار تقريباً تنتج من حوادث السيول المفاجئة والتـــي تسبب في الحالات المنفردة أضراراً قليلة نسبياً (فقط بضع عشرات الألوف من الماركات)، ولكن بسبب تكرارها في متوسط السنوات يكون مجموع قيمتها مساوياً للحوادث النادرة والتـــي تتكرر كل مائة عام مرة في نهر الراين والموسل والمانـــي والدانوب وغيرها من الأنهار. لا يمثل التأمين ضد السيول المفاجئة مبدئياً أية مشكلة طالما أن توازن الخطر الجغرافي والزمنـــي الضروريان معطى ويكون الشرط أيضاً هو توفر الوعي الشامل بأن الأضرار التـــي يسببها السيل المفاجئ تتواجد وتنتشر مساحياً على قطاعات واسعة.

3.10 أسباب تزايد أضرار الغمر

إن الأضرار التـــي نجمت عن حوادث الغمر ازدادت في العقد الأخير من القرن العشرين بما يشبه الانفجار، حيث بعد أن كانت قيمة الأضرار في الأربعينيات وما قبل من القرن الماضي تقريباً 20 و30 مليار دولار أمريكي لكل عقد تضاعف المجموع في التسعينيات بعشرات المرات تقريباً (انظر الجدول 10-3).

الجدول 3.10: كوارث الغمر الكبيرة للخمسين سنة الأخيرة (معطيات الأضرار بـــ US-$ Mrd) بالقيم المقدرة في عام 1999 يوم 31/12/1999).

	العقد 1950-59	العقد 1960-69	العقد 1970-79	العقد 1980-89	العقد 1990-99	المعامل الستينيات/التسعينيات
العدد	6	6	8	18	26	4.3
الأضرار في الاقتصاد الوطنـــي	28.4	20.3	18.8	26.1	220.5	10.9
الأضرار المؤمن عليها	–	0.2	0.4	1.4	7.5	33.4

ويمكن الاستنتاج أنه توجد نزعة منتظمة باتجاه الأعلى من ناحية عدد الحوادث، وهنا يجب ألا نرجع تناقص الأضرار بعد الخمسينيات من القرن الماضي إلى أسباب طبيعية فقط، حيث أن سنوات الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي في المتوسط كانت جافة، لكن التدخلات الإنسانية لعبت دوراً كبيراً وواسعاً، فبعد كوارث الفيضان الكبيرة على مستوى العالم في الخمسينيات من القرن الماضي تم التقدم في تحسين مستوى الحماية من الفيضان بشكل كبير وأعطى تأثيراً جيداً باتجاه تخفيض قيمة الأضرار، ولكن أصبحت قيمة الأضرار المقدرة أكبر من خلال الزيادة الهائلة في قيمة الممتلكات وحساسيتها القليلة للماء.

ملاحظة: تصنف كوارث الغمر الكبيرة تلك التـــي تتجاوز فيها إمكانية المساعدة الذاتية للمناطق المتضررة بشكل واضح وتكون هناك ضرورة لطلب مساعدة فوق إقليمية وعالمية، وتكون بالعادة هذه الحالة عندما يبلغ عدد الضحايا الآلاف وعدد المهجرين يتجاوز مئات الألوف أو الذي يتسبب بأضرار ملموسة في الاقتصاد الوطنـــي للبلدان المتضررة وحسب ظروف هذا البلد.

1.3.10 الشروط المحيطة بالسياسة السكانية

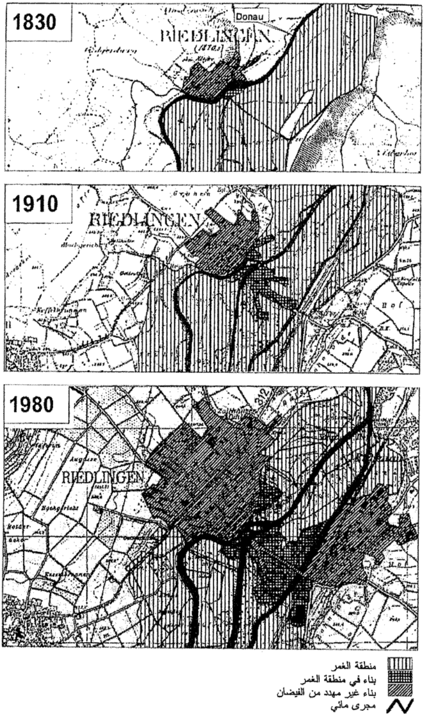
إن زيادة الأضرار الناجمة عن الحوادث الطبيعية بشكل خاص وعام وفي حالة الفيضان بشكل خاص هي تابعة مباشرة لعدد السكان الذين يعيشون في المناطق المتضررة، وهذا يصلح على مستوى العالم وأيضاً في بلدنا، فبينما في البلدان مثل بنغلادش حيث لا يترك ضغط السكان أي خيار آخر للناس إلا السكن في المناطق المهددة بالفيضان تلعب في بلدنا (ألمانيا) عوامل أخرى دوراً هاماً.

إن أودية الأنهار تكون في العادة جذابة (كونها قريبة من النهر) والأرض فيها سهلة الاستغلال (حيث أنها مستوية)، ورخيصة للزراعة والبناء، وتوفر شروطاً جيدة للحصول على البنـــى التحتية الضرورية. إن قيمة الاستغلال الزراعي تكون على الغالب قليلة في البداية (ترب رطبة وحامضية) بينما تكون أودية الأنهار ذات ميزات إيجابية وخاصة للمعامل والمنشآت الصناعية والتـــي تحتاج إلى مساحات كبيرة وأحياناً إلى مياه تؤخذ من هذه الأنهار، وتوجد على الأنهار الكبيرة إمكانية لنقل البضائع بالسفن. تكون الأودية تقريباً مثالية

حيث أنها تلائم منشآت الاستجمام، على سبيل المثال الملاعب الرياضية، التـــي لا تمثل لوحدها أية مكامن للأخطار الكبيرة (لذلك فهي نوع مناسب جداً لاستغلال الأودية)، ولكن في السنوات الأخيرة شهدت هذه المواقع بناء قاعات الأفراح والملاهي والصالات الرياضية وغيرها حيث نمت بذلك إمكانية وقوع الأضرار من جراء الفيضانات بشكل ملحوظ.

يتم غياب الخطر من الفيضان لدى المالكين إما عن غير قصد لكونهم جاؤوا من مناطق أخرى واعتمدوا على أن سلطات المنطقة أو المدينة لم تميز أو تحدد المنطقة المهددة من تلك الصالحة للبناء أو أن هذه المنطقة أصبحت مكتظة والثقة موجودة في منشآت الحماية من الفيضان الموجودة. ومن جهة أخرى تهتم سلطات المدينة أو المنطقة بمتابعة التطور، ويجب أن تقدم مناطق بناء ومناطق تجمعات صناعية، وعندما يتم النقاش للحماية من الفيضان (أي ترك مجال حر للتخزين والتخلي عن تشييد منشآت جديدة تكون معرّضة للأضرار في حالة الفيضان) أو تقديم فرص عمل، يتم دوماً الأخذ بوجهة النظر الثانية أي إيجاد فرص للعمل، ويتم تعليل ذلك من جهة كون جزء كبير من السكان يرون أنه بالإمكان السيطرة على حوادث الفيضان دوماً إلى الآن بواسطة الإجراءات التقنية المناسبة ومن جهة أخرى يأخذ متخذو القرار فقط بوجهات النظر المحلية ويراعون الاهتمام بالتطور المحلي، غير أن الحماية من الفيضان يجب أن تصمم دوماً بحيث تتجاوز حدود المنطقة المعنية لكون نتائج السكن في الأودية يلحظها القاطنون في أسفل النهر أيضاً.

إن مثال لمدينة ريد لنجن (Riedlingen) في الدانوب الأعلى هو مثال نموذجي لتطور الكثير من المدن الشكل (10-2). حيث في بداية القرن التاسع عشر (1830) ظل الناس بعيدين عن منطقة الفيضان بحيث سكنوا في المناطق المرتفعة، بعد ذلك تم بناء طرق المواصلات والبنـــى التحتية الأخرى، ومنشآت الحماية من الفيضان أيضاً، كما تم إنشاء سدات الحماية من الفيضان وكذلك أنشئت قناة التفريغ والأبنية المشادة على طول الطريق المعترض للوادي والتـــي كانت مهددة بالفيضان من جهة ومن جهة أخرى منعت تصريف الفيضان بمساحة عريضة في الوادي (1910).



الشكل 2.10: مثال لاستيطان أودية الأنهار منذ 1830 (حسب MfU BW, 1990).

في القرن العشرين تم إعادة إنشاء الطريق بعد ذلك في مكان مرتفع وبالتالي بعيدة عن الفيضان ونتيجة ذلك تم الحصول على تراس معترض منتظم (1980)، وعندما انهارت سدة الحماية المنشأة فوق المدينة خلال حادثة فيضان كبيرة جداً في فبراير – شباط (1990) عمل هذا التراس كسد وكان ذلك خطيراً لكون المدينة وقعت في أجزاء كبيرة منها في منطقة غمر طبيعية حيث رزح جزء من المدينة بكاملة تحت الماء.

2.3.10 سلوك المتضررين

يكون السكن بالقرب من المجاري المائية بالنسبة للناس ممتعاً وجذاباً حيث تفضل بالعادة الإطلالة إلى النهر القريبة جداً من جدار المنـــزل، غير أنه بالحقيقة تكون النظرة إلى الخطر المتأتـــي من النهر مختلفة، حيث يكون في البداية وعي الناس الذين يريدون شراء المنازل القريبة من المجرى للخطر كبيراً ولكن سرعان ما يتم نسيان هذا الخطر بعد فترة قصيرة عندما لا تحدث هذه الأخطار، ويعود انتباههم إلى وعي هذه الأخطار عندما تقع أولى الأضرار حتـــى ولو كانت بسيطة، ويجب أن يوضح المثالان الآتيان هذه المشكلة:

- تقع الفيضانات الكبيرة عادة بشكل متكرر وشبه منتظم في نهر الموسل ولكن بالمقارنة مع أنهار أخرى تكون الأضرار هناك محدودة ويعود السبب إلى أن القاطنين هناك مجهزين بتجهيزات جيدة ضد أحداث الغمر والفيضانات، إن الطابق السفلي من المبانـــي يستخدم ككراج ويفرّغ في حالة الفيضان، علاوة على ذلك يزود بمنشآت جيدة لتصريف مياه الفيضان بحيث لا تلحق مياه الفيضان أضراراً ملحوظة بالمبانـــي وتكون أيضاً أعمال التنظيف التـــي تلي الفيضان سهلة نسبياً ويأخذ السكان في هذه المناطق مثل هذه المضايقات المتكررة بعين الاعتبار، ولكن يفضلون مع ذلك الحصول على إطلالة على النهر في أوقات فراغهم بدلاً من الإطلالة على البحيرة. ويقف القاطنون على الأنهار الأخرى على العكس أمام حالة محيّرة بعد حدوث الفيضان، حيث لا يعرفون فيها ماذا يفعلون نفسياً وحسب، وإنما ستكلفّهم الأعمال الضرورية جهوداً مضنية لوقت طويل.
- كان للفيضانان اللذان وقعا في نهر الراين في ديسمبر 1993 ويناير 1995 قيمتين قابلتين للمقارنة ولكنهما أحدثا اختلافاً في معامل الضرر بلغ 2.6، والسبب الرئيسي لهذا

الاختلاف هو أنه في فيضان 1995 تم اتخاذ إجراءات إنشائية وأخرى تنظيمية أفضل لمقاومة أضرار الفيضان وبذلك أمكن تجنب الكثير من الأضرار والسبب يعود إلى أن الفيضان السابق ما زال حاضراً في الذاكرة (BfG, 1996).

كانت رغبة المالكين في ترحيل كثير من الأشياء الثابتة والمتحركة معدومة، لذلك حصل إعاقة للبدء بعمليات الترحيل. وكأمثلة لهذه الأشياء تمت تسمية فقط الغسالات الثقيلة والثلاجات الكبيرة، وينشأ خطر كبير عادة عندما يكون الزمن متأخراً جداً لترحيل هذه الأشياء، ودوماً تتكرر حالات والتـــي لا يقوم الناس بترحيل أشيائهم عن سابق قصد وتصميم وخاصة عندما يعتقد هؤلاء المالكون أن الأجهزة القديمة التـــي ستتخرب من الفيضان وتلك المتضررة والقديمة أصلاً سيستبدلونها بأجهزة جديدة بمساعدة مؤسسات التأمين وغيرها من المؤسسات.

3.3.10 زيادة القيم المادية

لم يمتلك السكان أشياء ثمينة وكثيرة وحساسة كما يمتلكون اليوم، فبينما كانت المبانـــي سابقاً تمتلك أقبية للفحم البنـــي والحطب وحجرات للمونة من المربيات والمصنّعات الغذائية الأخرى التـــي كانت توضع سابقاً في عبوات زجاجية والبطاطا والتفاح ومخازن للأثاث القديم، نجد اليوم صالات احتفالات وأفراح بأرضيات من السجاد والأطقم المنجدة والتجهيزات الصوتية (الستريو وغيرها) وصالات اللعب والمكاتب السرية المزودة بالحواسب والغسالات الإلكترونية وأجهزة التبريد الثقيلة، وبالإضافة إلى ذلك تطرح منشآت التدفئة المركزية وملحقاتها من خزانات زيت الوقود مشكلة كبيرة من وجهتين للنظر: الأولى هو أن هذه المنشأة هي مكمن للضرر (أي تتضرر من الفيضان) خلال الغمر والثانية هي الخطر من تلوث المياه والتـــي يمكن أن تسبب ضرراً كبيراً للمبنـــى نفسه. لقد زادت الأضرار خلال فيضان عيد العنصرة 1999 في بافاريا بشكل كبير بسبب تسرب الزيت من عدد كبير من الخزانات التـــي لم تكن محمية من الفيضان، وخصوصاً في المدينة الجديدة على الدانوب حيث انهارت إحدى السدات.

ولا تختلف الحالة عن ذلك في الأبنية الصناعية، حيث توجد هناك في طابق القبو على

سبيل المثال مراكز التوجيه والإدارة لمنشآت تكييف الهواء والمصاعد وغالباً أيضاً المراكز الحسابية، علاوة على ذلك تواجد الكثير من الأبنية التجارية وأبنية المكاتب فوق كراجات عميقة، ويمكن في هذه الحالة أن يتم تحقيق الأمان للمركبات بسهولة نسبياً، وذلك فقط في حالة توفر الوقت الكافي، أي أن هذه الحالة تكون غير موجودة في حالة السيول المفاجئة. في حالة مشكلة منظومة الصرف الصحي المجهدة بحمولة زائدة من إحدى العواصف المطرية الرعدية أي التـــي لا تستطيع أخذ كل المياه القادمة، فتجري هذه المياه إلى المكان المنخفض التالي وربما يكون بشكل كراج عميق، بحيث يمكن أن تتجمع في هذا الكراج ولو لارتفاع متر واحد فقط الأمر الذي يمكن أن يلحق ضرراً كبيراً للمركبات المتواجدة هناك.

4.3.10 وعي الخطر الموضوعي

لا تحدث الأضرار إلا نادراً بسبب منشآت الحماية من الفيضان، حيث أن لهذه المنشآت تأثير إيجابـــي في منع حدوث الأضرار المتكررة وأيضاً إزالة عدم الشعور بالراحة، ومن جهة أخرى يؤدي هذا التأثير إلى الشعور بالأمان في الأماكن الواقعة خلف السدة وإلى إبعاد الأشياء غالية الثمن خشية تعرضها لأخطار الغمر (في حالة الحادثة الكبيرة) أكثر مما كانت عليه الحالة بدون السدة. إن التهديد يكون قد زال أو تم نسيانه، لكن في الحقيقة تم فقط إنقاص إمكانية ورود ضرر ما، وعند وقوع حادثة ما بحيث أن منشآت الحماية المتواجدة تظهر فشلها، عندها ستقع أضرار كثيرة بشكل مفاجئ.

كل حماية من الفيضان ستصبح يوماً ما غير كافية، وهذا يكمن في طبيعة طريقة التصميم للمنشآت المائية والتـــي تأخذ القبول بنظرية الاحتمال وتؤسس إجراءات الحماية من الفيضان دوماً استناداً إلى حادثة تصميمية والتـــي يمكن ألا تكون ذات الاحتمال الأقل ورودا والحرجة من وجهات نظر اقتصادية وإيكولوجية وجمالية (ملاحظة: في فرع التأمين يتم التحدث أيضاً عن احتمال الورود عندما يتم الحديث عن احتمال وقوع تجاوز للحالة التصميمية).

عندما يتم تجاوز القيم التصميمية بحيث أن منشأة الحماية لم تعد كافية تحدث واقعة مفاجئة ومدمرة والتـــي لا تمثل أي تعطل حقيقي لأي منشأة من منشآت الحماية من

الفيضان (تم إنشاؤه بحيث يجب ألا يقوى على تحمل هذه الحادثة)، غير أن تأثيرها على السكان يكون قابلا للمقارنة: لم يحسبوا لمثل هذه الحادثة حساباً. بشكل واضح تتم معالجة هذه المشكلة بمثال لوضع سدة لمقاومة الفيضان المئوي (أي الذي يتكرر مرة واحدة كل مائة عام)، وعندما يتم ورود الماء فوق هذه السدة بمرور الفيضان الذي يتكرر مرة واحدة كل مائتـــي عام يمكن لهذه السدة أن تمنع وقوع الأضرار فقط بمقدار بسيط. لا يكون ضمان عدم حدوث تعطل حقيقي (على سبيل المثال انهيار سدة) مؤكداً أيضاً في حادثة فيضان صغيرة مع فترة تكرار بسيطة.

4.10 التضامن ضد الخطر بين الدولة والمتضررين ومؤسسات التأمين

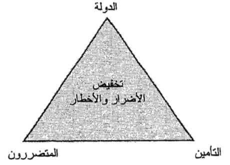
لا يمكن أن يتم تخفيض الأضرار إلا فقط بأسلوب عمل متكامل، وهذا أنجزته مجموعة العمل الدولية للمياه في توجيهاتها الإرشادية للحماية من الفيضان في المستقبل (LAWA, 1995) بشكل واضح، وبشكل رئيسي تستند عمليات التأمين على ثلاث جهات:

- الدولة حيث يجب أن تكون جميع المراكز العائدة لها معنية مثل الإدارات المحلية وإدارات الدولة وكذلك الاتحادات وجمعيات المساعدة الحكومية وغير الحكومية مثل فرق الإطفاء THW (الإدارة الاتحادية لمؤسسات المساعدة التقنية) الصليب الأحمر وغيره.
- المتضررين سواء كانوا أشخاصاً ذا ملكية خاصة أو شركات، في النهاية ستعود الأضرار التـــي ستلحق بالشوارع وتلك التـــي تصيب الأبنية العامة إلى الدولة مرة أخرى.
- اقتصاد التأمين الذي يتكون من جمعيات تأمين أولية ومتعددة.

فقط عندما يتم الجمع بين الأشكال الثلاثة لعلاقة تنسيق مجتمعة بصيغة قرابة ضد الخطر يكون ممكناً تحقيق الحماية الفعالة من الكوارث الشكل (10-3).

1.4.10 الدولـــة

في هذه الحالة تكون وظيفة الدولة بالدرجة الأولى هي تأمين الخطوة الأولى في تحقيق القاعدة الأساسية للحماية من الفيضان، وهذه تشمل الحماية التقنية من الفيضان من النوع الإنشائي وغير الإنشائي حيث يتبع لذلك أحواض التخزين وسدات الحماية من الفيضان وكذلك تضمين نماذج التنبؤ من الفيضان أي شبكة الإنذار والمراقبة.



الشكل 3.10: التضامن ضد الخطر لتخفيض الأخطار والأضرار

من جهة أخرى يجب أن توضع خطط استخدام القوى المشاركة في حالة ما وأن يتم تأهيل الكادر البشري الذي سيشارك في الأزمات وفي المساعدة الطبية والتقنية، وتعتبر الدولة ملزمة أيضاً بتأمين معلومات موضوعية وصحيحة والتــي لا تحدد من توجهات تجارية (حيث أن الأوساط الإعلامية يريدون شراء الأخبار والمعلومات بالدرجة الأولى). بعد حادثة فيضان ما يجب أن تعاد منشآت البنية التحتية إلى ما كانت عليه قبل الحادثة وكذلك إعادة منشآت الحماية من الفيضان الهندسية إلى وضعها الصحيح (على سبيل المثال إصلاح السدات)، إن المساعدات الإسعافية المالية وتسهيل منح القروض وتسهيلات الضرائب للمتضررين هي ضرورية وصحيحة، ولكن لا يسمح بأن تؤدي إلى وقوع المجموعة في خطأ أو إلى حدوث تأمين غير مكتمل في حالات فردية.

يقوم التخطيط بدور متميّز لاستغلال المساحات المتواجدة في المنطقة حيث أنه في هذا المجال تظهر أشكال العجز الكثيرة والكبيرة، إن الفيضان هو مشكلة ذات طابع شمولي يفوق المنطقة المحلية أو الإقليمية وأحياناً الدولة ولذلك يجب أن تحل هذه المشكلة تبعاً لهذه الشمولية، ولا يكمن الحل فقط في السيطرة على أمواج الفيضان وصدها وإنما أيضاً في معالجة أسباب نشوء هذه الأضرار.

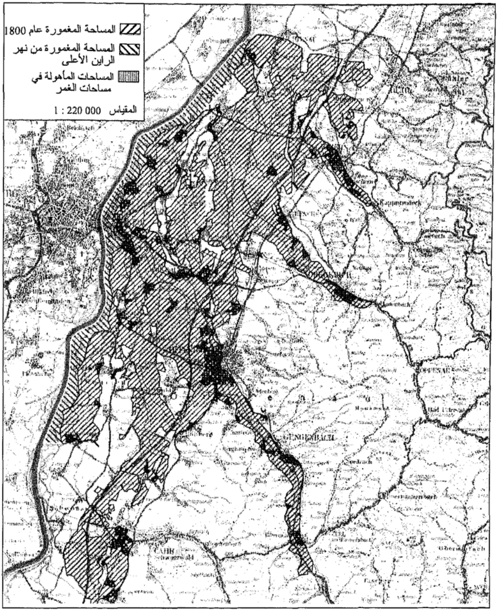
يتبع عملية حدوث الضرر من جهة التصاريف الكبيرة والفيضان والأضرار الناجمة ومن جهة أخرى المنشآت والمبانــي القائمة في منطقة الغمر والتــي يمكن أن تتضرر، إن عملية تخفيض الأضرار تعنــي مراعاة النتيجتين السابقتين، بالإضافة إلى إنشاء منشآت الحماية من الفيضان. والأخصائيون في هذا المجال مجمعين على أنه يمكن تخفيض فيضانات الأنهار الكبيرة

فقط عبر الإجراءات غير المركزية (على سبيل المثال زيادة عمليات الرشح إلى باطن التربة، إزالة مظاهر الكتامة لسطح التربة، إعادة السطح الطبيعي للمنطقة بالعلاقة مع الغمر غير الموجه للمساحات الصغيرة) بالإضافة إلى إجراءات الحماية الفعّالة الأخرى التــي يمكن تنفيذها في هذه الأماكن.

إن الضغوط الاجتماعية لإعادة الحصول على المجاري المائية بشكلها شبه الطبيعي تؤدي وللأسف أحياناً إلى إنشاء حجوم تخزين وإعادة تطبيع للمجاري المائية في المناطق التــي تتوفر فيها الأراضي أو الرخيصة نوعاً ما، وليس هناك في الأماكن حيث يكون وجودها فعال وضروري.

يقع القرار حول وضع الحدود لاستغلال الأرض من حيث منع البناء في الدرجة الأولى بيد سلطات المدن والمناطق، بينما تكون التوجهات العامة للحماية من الفيضان من مسؤولية البلدان والسلطات الاتحادية. يجب ألا نتوقع ألا تعمل إحدى المحليات على ملاءمة اهتمامالها مع توجهات الحماية العامة. إن إعطاء القرار النهائي بالوجهة التــي ترحل بها منطقة سكنية يجب أن يترك بالتأكيد لمستوى قرار أعلى والذي يجب أن يلم بالتأكيد بمنظومة النهر بكاملها، ومن هذا المستوى من المسؤولية وليس من سلطات المنطقة يتم تحويل المساعدات الكارثية. ويكون غير مقبول أن تلقى مسؤولية الخطر الناجم عن سكن الأبنية في المنطقة المهددة بالخطر على الناس عامة.

يجب أن نتقبل الحقيقة بأن كثيراً من الأودية تم البناء بقربها ولا يمكن أن نتوصل إلى إزالة التجمعات السكنية القائمة حالياً حتــى ولو كانت في منطقة مهددة بأخطار حدية من الفيضان مثل المتواجدة في الهدام نهر الأودر، أيضاً كان وادي الراين الأعلى مرة ما في السابق منطقة غمر دائم وغير قابلة للسكن وملوثة ببعوضة الملاريا قبل أن يقوم Johann Gotteried Tulla في بداية القرن التاسع عشر بتصحيح مجرى الراين الشكل (10-4)، واليوم هذه المنطقة هي منطقة اقتصادية هامة مع احتمال كبير لحدوث الفيضانات فيها حيث تم في الفقرة (10-1) تبيان مقدار الأضرار الممكن حدوثها من جراء فيضان في هذه المنطقة.



الشكل 4.10: مساحات الغمر في دائرة أورتناو (وادي الراين) في بداية القرن التاسع عشر (حسب دائرة المجاري المائية جنوب الراين الأعلى منطقة أوفن بورغ (Offenburg, 1999)

إن مثل هذه الأشكال الكبيرة للترحيل لم تعد اليوم ولا مستقبلاً ممكنة في ألمانيا لأسباب اقتصادية، غير أنه يصلح أن يتم بجميع الوسائل العمل على عدم قيام المساكن في المناطق المعرضة بشدة للفيضانات، ويكون مساعداً جداً هنا أن يتم توضيح أنه من المحتمل ألا يعطى

ضمانات أو يجري أي عقد تأمين ضد الفيضان خلال أعمال التحضير للبناء، على سبيل المثال عبر توقيع مالك العقار على تصريح ضمن إجراءات منح رخصة البناء يتضمن أنه اطلع على هذا الشرط.

2.4.10 المتضررون

يجب على الجميع تحمل المسؤولية في الحماية من الفيضان ولو جزئياً، فكل منا يستطيع أن يساهم في درء الخطر المحدق به ويحمي نفسه منه، فيستطيع مثلاً أن يتجنّب الخطر الممكن نشوئه من الفيضان بحيث لا يبنـــي بالقرب من النهر أو يقوم بإجراء عمليات التأمين ضد هذا الخطر ويمكن أن يقلل الخطر بحيث يمنع دخول المياه إلى ممتلكاته من خلال إجراءات حماية إنشائية، على سبيل المثال عزل القبو والطابق الأرضي بواسطة البيتون غير النفوذ أو يجد الإمكانية أن يغلق نوافذ القبو والكراجات العميقة بحيث تكون مانعة تماما لرشح المياه (على سبيل المثال ببلاطات تغطية أو عوارض سدية) .بالإضافة إلى الإجراءات الإنشائية يصلح أيضاً أن نبقي الاستعداد لمقاومة الخطر وأن تتوفر الإجراءات غير الإنشائية للتأمين (مثلاً تجهيز المضخات أو تحضير أكياس الرمل) بحيث تعمل بمردود كامل في ساعة وقوع الفيضان (انظر الفقرة 7-1 و7-2).

وكل منا يجب أن يعرف كيف يتصرّف بممتلكاته قبل حدوث الفيضان وأن يفكر بأي تسلسل ينفذ هذه الترتيبات، والأمر الحاسم والمفيد هنا هو تنفيذ الأعمال بتسلسل ما، على سبيل المثال من الهام إلى غير الهام، ومن النفيس إلى الشيء غير النفيس ولكن أيضاً من القابل للتنفيذ بسرعة إلى العمل الذي يستهلك زمناً طويلاً، وربما أولويات أخرى يجب أن تنفذ على التوازي. ويمكن أن يجهز المرء قائمة بسيطة لهذا التسلسل من الأعمال في فترة هادئة وأن يقوم بتحديدها في أي وقت يريد، حيث يمكن أن تساهم هذه القائمة بالحفاظ على إلمام أفضل في الحالة الحرجة لفيضان ما (انظر الفقرة 7-3).

يمكن أن تقدم فرق الإطفاء والفرق المساعدة الأخرى مساعدات مفيدة جداً، بالإضافة إلى ذلك يجب أن نأخذ بالاعتبار أنه تتم الحاجة في حالة الفيضان إلى مساعدات كثيرة أخرى وألا يسمح المرء لنفسه بأن يخرج خارج هذه الدائرة بدون أن يقدم أية مساعدة وأن يخسر

ممتلكاته، من أهم الأشياء الثمينة التـــي يجب أن يؤمن عليها المرء بدون شك هي الوثائق والأشياء النفيسة، ولكن يجب أن نفكر بشكل مبكّر إلى أين يمكن أن نأخذ هذه الأشياء ونضعها بدون أن تتعرض للخطر مرة أخرى من الغمر. في الفقرات الآتية تم ذكر بعض الإجراءات في إطار الحديث عن التأمين ضد الغمر كما أنه يجب ألا يقف المرء عند بعضها مباشرة.

إجراءات الحماية العامة

- معلومات عن الحالة التـــي من المحتمل حدوث الأضرار فيها، أزمنة الإنذار المبكر، الإمكانيات للتأمين،
- قائمة الأولويات،
- وضع الخزانات في المبنـــى أو في القبو بشكل مناسب لمنع عوم وحركة ورحيل هذه الخزانات أثناء عملية الغمر، زيادة طول أنابيب التهوية إلى ما يزيد عن ارتفاع منسوب الماء المتوقع،
- وضع الخطوط الكهربائية وبشكل خاص المآخذ فوق ارتفاع منسوب الماء المتوقع،
- تجهيز وتحضير أكياس الرمل والرمل والمعاول والأدوات والألواح والمسامير،
- تأمين الإضاءة الضرورية بما في ذلك البطاريات الكافية واختبارها باستمرار وتجديدها عند الحاجة،
- إيجاد الأماكن الأمينة للمؤن المرحّلة.

فترة ما قبل الغمر المتوقع:

- قطع الغاز والتيار الكهربائي،
- فصل الأجهزة الكهربائية من منابعها (من المآخذ)،
- ترحيل السوائل الخطرة وبشكل خاص القابلة للاحتراق إلى مكان أمين أو إغلاقها بإحكام،
- الربط المحكم للخزانات القابلة للحمل والتـــي تحتوي على مواد قابلة للاشتعال والاحتراق بسرعة،

- نقل المخزونات الهامة والوثائق والأدوات القيمة إلى مكان يتوضع في منطقة أمينة أكثر ارتفاعاً،
- تخزين الأثاث والأدوات المتحركة في الطوابق العلوية،
- ترحيل وسائط النقل إلى ساحات أمينة لا يطالها الغمر،
- تحضير المواد المساعدة الهامة في مكان أمين مثل:
  - المواد الغذائية ومياه الشرب،
  - صناديق الإسعافات الأولية والأدوية،
  - أكياس الرمل، الرمل، المعاول، الأدوات الأخرى، الألواح، المسامير،
  - الإنارة الضرورية (فحص حالة الشحن للبطاريات)،
- إحضار أكياس الرمل إلى فتحات الأبنية المهددة (نوافذ الأقبية والأبواب) تأمين الأدوات في مكان مكشوف،
- تفحّص مدى الاستقرار الجيّد للخزانات وتأمين هذا الاستقرار عندما لا يكون موجوداً،
- تأمين الأشياء المتحركة ضد عومها وحركتها مع الفيضان.

خلال فترة الفيضان والغمر

- تشغيل الراديو التـــي تعمل على البطاريات لتحسين تقدير وتخمين الحالة الراهنة،
- تجنب المناطق التـــي يمكن أن تغمر فجأة،
- ترك وتجنب المناطق المهددة بالغمر (المنخفضات والأودية، المواقع المنخفضة، الأماكن المجروفة وغيرها)،
- تجنب المناطق التـــي غمرت سابقاً والتـــي تجري بسرعة، وعدم المحاولة لعبور المياه الجارية بالأقدام عندما يكون عمقها يتجاوز الركب،
- تفحص أعماق المياه في المنخفضات أو الأنفاق قبل السماح بعبورها بالعربات (وبشكل خاص عندما يحصل جرف لأرضية الشارع من المياه) وترك العربات المتعطلة مباشرة،
- زيادة الانتباه في الليل لعدم التمكن على الغالب من التعرف على الأخطار،
- عدم السماح للعامة بزيارة مناطق الكوارث لكون ذلك يعيق أعمال الإنقاذ أو غيرها من الإجراءات الإسعافية.

مرحلة بعد الغمر

- يمكن أن تكون أنابيب الغاز ومواد الاحتراق الأخرى قد تضررت، عدم استخدام النار المكشوفة والضوء وإنما المصابيح التـــي تعمل على البطاريات لتفحص المبانـــي،
- يمكن أن تسبب خطوط التيار الكهربائي والأجهزة الكهربائية ماسات كهربائية خطيرة وصدمات كهربائية، عدم لمس الخطوط الكهربائية والأجهزة الكهربائية المربوطة بالتيار في المناطق الرطبة في البداية يجب تجفيفها وتفحصها قبل استخدامها مرة أخرى،
- إخبار السلطات المختصة عن خطوط التأمين بالتيار المقطوعة،
- الانتباه قبل الولوج إلى المياه إلى أنه يمكن أن تتواجد على القاع مواد مخرشّة وزجاج مكسر وتكون الأدراج والعتبات ملساء ومصدر للزحلقة،
- البحث عن التأمين الطبـــي المحتمل في المشفى القريب، تكون مواد التغذية والألبسة وأجهزة الاتصال وتجهيزات الإسعافات الأولية متوفرة لدى جمعيات المساعدة،
- عدم استخدام مواد غذائية والتـــي تبللت بمياه الغمر،
- غلي مياه الشرب، ضخ كامل مياه الآبار وفحص نقاوة الماء،
- تجنب مناطق الكوارث.

وتكون المبادرات الفردية الخاصة للمتضررين من الفيضان العامل الأهم في تجنب وقوع الأضرار، كما تكون المواجهة الصحيحة من قبل السكان والمالكين للفيضان هي التجهيزات المقررة والأدوات الأكثر فعالية لتخفيف الأضرار ويكون التحضير والاستعداد لتجنب الضرر هو الشرط الضروري لفعالية الإجراءات ضد الفيضان.

3.4.10 أشكال التأمين

توجد أشكال متعددة للتأمين للحصول على التعويض المادي عن الأضرار التـــي تقع أثناء الفيضان والتـــي تصيب الأشخاص الذين أمنوا على ممتلكاهم المادية. لذلك فإن التأمين ليس شكل من المؤسسات الاجتماعية (في المعنـــى الخيري) لكن هي مؤسسات هامة وضرورية في النظام الاجتماعي، فالتأمين يقوم بتوزيع الضرر والمتاعب التـــي أصابت الأفراد على كامل المجموعة التـــي ساهمت في التأمين والذين أنفقوا مع بعض.

إن مثل هذه الأضرار يمكن أن تصيب أي واحد منهم ولو باحتمالات مختلفة، يمكن أن تقدم مؤسسة التأمين من خلال إحداث نظام لتقديم المنح المناسبة لزيادة الرغبة لدى الأشخاص المشتركين في التأمين لتخفيض الأضرار لديهم، وبشكل خاص من خلال إدخال الحفاظ الذاتـــي الذي يأخذ أهمية كبيرة.

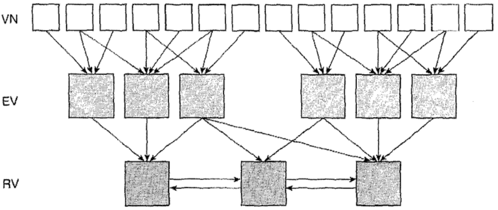
ويجب ألا يكون تقديم المساعدة للتغلب على الأضرار الخاصة للمواطنين المهمة الأولى للدولة ما عدا الحالات الاستثنائية (الكوارث الكبيرة). يجب أن تكون لمؤسسات التأمين وظيفة هامة وهي تقديم المساعدات الخاصة بالإضافة إلى منع الكوارث الشخصية، لكن يظهر من النظرة الأولى أن التأمين يقوم بعكس ذلك، فالذين يقومون بالتأمين على ممتلكاتهم يثقون بصورة أكيدة بحصولهم على التعويض المناسب عن الأضرار التـــي يمكن أن تلحق بهم، غير أن هذه الحالة تحصل فقط عندما يحصل هؤلاء على تعويض كامل والذي لا يكون مجدياً حسب وجهتـــي النظر الآتيتين، فحسب وجهة النظر الأولى يتلاشى الاهتمام الشخصي بتجنب الأضرار وحسب الأخرى تسبب المغالاة في رفع الأقساط المطلوبة، ولذلك يجب أن نجد نظام تأمين مناسب والذي يؤدي إلى تخفيض الأضرار.

يتطلب التأمين أيضاً عملاً إعلانياً وتوضيحاً شاملاً يشير في منشوراته إلى الأخطار وكيف يمكن أن يتعامل المرء معها (انظر على سبيل المثال Munchener Ruck, 1997)، ويمكن ألا تكون وظيفة اقتصاد التأمين تحمل واجبات الدولة والمتضررين، يتم التحضير والتجهيز لهذه الأخطار على سبيل المثال من خلال تأمين إلزامي للجميع.

يمكن أن تؤدي حوادث ضرر كبيرة أيضاً إلى مضايقة وإزعاج مؤسسات التأمين بشدة حيث يمكن أن تهدد وجودها، وهي تحمي نفسها ضد هذه الحالات عبر التأمين المزدوج إلى جانب إنشاء احتياطي لديها، تؤمن أشكال التأمين المزدوج أيضاً أشكال تأمين أخرى. إن مراكز التأمين المزدوج تتوزع في أنحاء عديدة من العالم بحيث يمكنها تحمل المصائب الكبيرة أو الإقليمية بشكل أفضل، ويبيّن الشكل (10-5) مبدأ هذا النظام.

يذهب الراغب في التأمين (VN) برغباته في التأمين إلى مركز تأمينـــي واحد من المرتبة الأولى أو عدة مراكز ويشتري تغطية ما. يعطي مركز التأمين من المرتبة الأولى جزءا من واجباته المطلوبة منه بعد ذلك إلى مركز تأمينـــي مزدوج (مركز واحد أو أكثر)، ولذلك

يدفع هو أيضاً اشتراكاً مثلما دفع المشترك من المرتبة الأولى، ولتغطية الأخطار الكبيرة تعود هذه المراكز التأمينية المزدوجة (من المرتبة الثانية) وتجري تأميناً آخر في مراكز من مرتبة أعلى أو في السوق الرأسمالية، نسمي هذه العملية Retrozession (إعادة توزيع للمسؤولية).



الشكل 5.10: عملية الدمج بين المشترك في التأمين (VN)، والمؤمّن عليهم من المرتبة الأولى (EV) والتأمينات المزدوجة (RV)

ومن الواضح أن الدولة والمتضررين وشركات التأمين يمكن أن يخفضوا الأضرار بنجاح فقط من خلال العمل المشترك والجدّي، حيث يحاول كل منهم سحب الميزات من عمل الآخرين قدر المستطاع. وإن عملية إحصاء الأضرار وتحليلها للمشتركين في التأمين وللمشتركين في المرتبة الثانية تؤمن قواعد هامة لاتخاذ القرارات التـي تتعلق بسياسة العمل الخاص وأيضاً للسياسة العامة، وبذلك لا تتمحور فقط لإعطاء سياسة أو وسيلة مساعدة للسلطات المحلية للتخطيط، ويجب أن يكون المشترك في التأمين العضو الأهم في السلسلة التـي تقوم بتخفيض الأضرار بشكل مبكر في عمليات اتخاذ القرار ذات العلاقة بسياسة الإدارة بحيث يمكن أن تتم مراعاة احتياجاتها.

وفي النهاية يجب أن يستخدم المشتركون في التأمين تحديد مناطق الضرر المحددة من قبل السلطات لتخمين وتقدير التعويضات عن الأخطار المؤمن ضدها، وأن توضع أيضاً تحاليل مكامن الضرر على سبيل المثال توابع – منسوب الماء – الأضرار المستندة في جزء هام منها إلى بيانات المشتركين في التأمين بحيث تراعي الخصوصيات النوعية لفروع التأمين وبالتالي

تصبح وسيلة مساعدة في موازنة واقتصاد عملية التأمين.

ويجب الحفاظ على جميع البيانات التـي تعطى من قبل السلطات والعلماء ومراكز التأمين والمستخدمين الآخرين متجانسة قدر الإمكان، وفي النهاية يجب أن تكون أنظمة المعالجة الإلكترونية للبيانات (EDV) المستخدمة متوافقة مع بعضها، وفي حالة خطر الغمر يجب على سبيل المثال أن يستخدم نظام المعلومات الجغرافي (GIS) عندما تكون البيانات وأسسها متوافقة مع بعضها، هذا يعنـي أن المشتركين في التأمين يحضرون معلوماتهم المتوافقة مع المعلومات المستقاة من GIS وبشكل سريع يكون بالإمكان استخدام المعلومات الهامة والمناسبة للخطر لتقييم الضرر والتـي يمكن أن يساهم العلم في توجيهها.

سيتم في الفقرات الآتية توضيح وجهات النظر المختلفة والتـي تشرح الدور الذي تلعبه مؤسسات التأمين في التضامن ضد الأضرار.

5.10 مشكلة الاختيار المعاكس

ينطلق مبدأ التأمين من أن عددا كبيراً من المشتركين في التأمين يدفعون مبلغاً بسيطاً لفترة زمنية طويلة بحيث أن العدد القليل للمتضررين في حالات وقوع الأضرار القليلة خلال تلك الفترة يستطيع الحصول على تعويضات الأضرار التـي وقعت عندهم، لذلك يجب أن يغطي مجموع المبالغ التـي يساهم فيها المشاركون لفترة زمنية طويلة مجموع الأضرار الواجب التعويض عنها مضافاً إليها تكاليف الإدارة وبعض المصاريف الأخرى، ويتم التطلع خلال عملية تأمين ما دوماً إلى الحصول على أكبر عدد ممكن من عقود التأمين. لإحداث توازن جيد للأخطار يجب الانتباه إلى عدم وقوع الضرر بنفس الوقت لكامل المخزون ولكل المشتركين.

في العادة تقع الحوادث الطبيعية دوماً في منطقة محدودة، وعندما تتواجد جميع الفعاليات المؤمن عليها لمجتمع ما في هذه المنطقة يكون الخطر التراكمي مرتفعاً، هذا يعنـي أن الخوف يكون كبيراً من أن يتضرر الجزء الكبير من الفعاليات المؤمن عليها، وتتولد الحاجة في الأخطار الطبيعية لتوازن جغرافي، ويمكن استيعاب الخطر المحدق بالمشتركين عبر التوجه إلى مراكز التأمين المزدوج الضرورية وطرح تغطية للتأمين المزدوج للبيع في إطار مقبول.

عندما يكون عدد عقود التأمين قليلاً وحوادث الضرر متكررة أو الأضرار تكون مرتفعة يجب عند ذلك أن يكون مجموع الأقساط السنوية حسب ذلك مرتفعة. كمثال على ذلك هو التأمين على الأطباق (الأقمار الاصطناعية)، في هذه الحالة يتم دفع أقساط تأمين مرتفعة. في الحالات المشابهة الأخرى لا يكون لهذا التأمين معنى بالنسبة للأفراد ليقوموا بالاشتراك فيه.

توجد في ألمانيا كثافة مرتفعة للتأمين ضد الأعاصير، وتبلغ تقريباً 60% ويمكن أن يتضرر من أخطار الأعاصير أي شخص والجميع يعلم ذلك، ويكون توزيع توازن الخطر المكاني تقريباً مثالياً، والتوازن الزمني أيضاً مؤمناً باعتبار أن الأعاصير لا تضرب دوماً منطقة بعينها.

ويظهر التأمين ضد الغمر والفيضان بشكل مختلف تماماً، حيث يعرف أغلب المالكين تماماً هل هم مهددون بالفيضان أم لا، والمهتمين بالحماية من خلال التأمين هم الذين يتعرضون باستمرار للفيضان، ولكن تؤدي هذه الحقيقة بدقة إلى أن هؤلاء الناس لا يمكنهم التأمين على ممتلكاتهم، وهذا يتبع أيضاً إلى مبادئ التأمين، حيث الحماية مضمونة فقط ضد حوادث مفاجئة غير متوقعة، وبهذه الطريقة فقط يكون توازن الخطر في الزمن ممكناً، وهذا الشرط لا يكون متوفراً في الكثير من أشكال غمر الأنهار، ويكون ذلك السؤال رهنا للزمن – متى يحصل السيل التالي – ومن جهة أخرى يعتقد البعض الذين لا يسكنون بالقرب من المجاري المائية أنهم آمنون من الغمر ويرفضون أن يقوموا بإجراءات التأمين، والنتيجة تكون أن مؤسسة التأمين تبقى صغيرة نسبياً وتتكون من الناس الذين يتوقع أن يتعرضوا لخطر كبير، هذا التأثير نسميه الاختيار المعاكس.

إن التأمين ضد الغمر يتعرض لمشكلة اختلاف في الاهتمام بين الذين يريدون شراء شبكات الحماية من خلال التأمين وأولئك الذين يمثلون المؤسسات والذين يريدون بيع شبكات تأمين أكثر من أنواع التأمين الأخرى ضد الكوارث الطبيعية. إن عدم قابلية التأمين ضد سيول الأعاصير المذكورة سابقاً هو مثال نموذجي، حيث يعيش في الأشرطة الساحلية في ألمانيا المهددة من فيضان البحر فقط نسبة قليلة نسبياً من السكان، غير أن الأضرار الممكن حدوثها في المناطق السكنية هناك كبيرة جداً، وفقط من خلال انهيار إحدى السدات يمكن

أن تنشأ أضرار مؤمن عليها تزيد عن 6 مليار مارك ألمانـــي، إن أقساط التأمين الضرورية تكون بالنظر إلى المجموعة الصغيرة نسبياً للمتضررين مرتفعة وغير مقبولة.

على العكس من ذلك لا ينشأ في حالة السيول المفاجئة الخوف من اختيار معاكس، في هذه الحالة يتوفر التوزيع الحجمي اللازم للأخطار كون العواصف الرعدية يمكن أن تظهر في كل مكان ويمكن أن تؤدي إلى حوادث غمر محلية ويكون نادراً ملاحظة فروقات الأضرار الممكن وقوعها في المناطق المختلفة، علاوة على ذلك يجب أن يتم توضيح خطر السيول المفاجئة لكل الناس، هذا يعنـــي أن يصحح تخمين الخطر الموضوعي الخاطئ الموجود.

توجد إمكانيات لتجنب الاختيار المعاكس ، إلى جانب الحل الواضح للتأمين الإلزامي كما تم سابقاً في مدينة بادن فيرتمبرغ وكما يطبق في بعض الدول الأخرى (قارن الفقرة 13-10)، يمكن التوصل إلى توازن الخطر من خلال تضييق ما يسمى مجموعة الخطر المتزايد، لا يعرض التأمين ضد الغمر بشكل منفصل وإنما تجري التغطية بشكل متوازي مع التأمين ضد الأخطار الطبيعية الأخرى مثل الزلازل والأعاصير والبرد والانزلاقات الأرضية وضغط الثلج وغيره أو في إطار التأمين العام ضد الحرائق أو تأمين الأثاث المنـــزلي، إن التشتيت عبر عقود كثيرة يؤدي إلى أقساط منخفضة للتأمين ضد الغمر والفيضان والتـــي على سبيل المثال يصبح بيعها أكثر سهولة كأقساط إضافية لتغطية خطر الحرائق للمشتركين في التأمين أنفسهم والذين يريدون تقدير الأضرار التـــي تنتج عن الغمر بقيمة أقل. إن المحاولات لربط تغطية الغمر بالعلاقة مع الأخطار الطبيعية الأخرى كانت المحاولات للإحاطة بها قليلة النجاح حتـــى الآن، إن الناس الذين يدفعون لتأمين حياتهم وللتأمين من المرض وتأمين المركبات بشكل إلزامي لا يجدون مبرراً لدفع أقساط للتأمين من الأخطار التـــي يمكن ألا تصيبهم.

6.10 مكونات الأقساط وحسابها

إن الحماية من خلال التأمين هي سلعة غير مرئية ووعد بتقديم خدمة في المستقبل، وهذه الخدمة ترتبط دوماً بحادث سلبـــي لدى المشترك وتكون غالباً في وضع غير مريح له، وهذا يكون بشكل خاص في حالة الكوارث، غير أن التأمين سلعة اقتصادية مثل السلع الأخرى، حيث تحدد الأسعار والمردود الناتج حسب الحسابات التقديرية تبعاً للأضرار الآنية أو الواقعة

وحسب قوانين السوق وعلى عكس أنظمة التأمين الحكومية مثل التأمين الاجتماعي يمكن أن يستمر نظام التأمين الخاص بنجاح دوماً فقط عندما نتمكن من وضع تعرفة معادلة للخطر الذي يقع.

نادراً ما يغطى ضرر ناشئ حقيقي من خلال دفع أقساط من قبل المشترك في التأمين المتضرر لمدة سنوات طويلة لوحده، ولكن بسبب أن عدد كبير من المشتركين لا يصابون بأية أضرار لذلك يتوفر في المتوسط توازن وتغطية للضرر من أقساطهم التـــي دفعوها، إن الخطر السنوي النوعي RT أي الأضرار السنوية الوسطية المتوقعة لحادثة باحتمال محدد 1 / T والذي ينتج منه نسبة النواتج إلى التكاليف KT ينتج من العلاقة:

$$R_T = 1/T \cdot K_T \qquad (1.10)$$

عندما يقرّب المرء الضرر K_{100} لحساب الأقساط المقدمة الناتج من حادثة تتكرر مرة واحدة خلال مائة عام ينتج عند ذلك الضرر المتوقع في السنة بالشكل $R_{100} = K_{100}/100$، ويجب أن يرتبط هذا الضرر مع مجموع التأمين الكامل VS_{total} في علاقة للحصول على الأقساط السنوية الصافية $P_{N,100}$ والتـــي تغطي الحادثة التـــي تتكرر مرة واحدة كل مائة سنة وينتج بذلك القسط السنوي بالشكل:

$$P_{N,100} = R_{100}/VS_{total} = 0{,}01 \times K_{100}/VS_{total} \qquad (2.10)$$

كنسبة مئوية لمجموع التأمين، إن تكلفة الإدارة للمشتركين في التأمين بالإضافة إلى الربح الذي يحققه تتم من خلال مبلغ P_V يضاف إلى القسط الصافي، ويبلغ القسط السنوي الصافي والقائم $P_{B,100}$ لحادثة تتكرر كل مائة عام مرة.

$$P_{B,100} = P_{N,100} + P_v \qquad (3.10)$$

يأخذ هذا الحساب بالاعتبار فقط الضرر الناتج من حادثة تتكرر كل مائة عام مرة، غير أنه باعتبار أن الفيضان يسبب أضراراً بفترات تكرار مختلفة ، يجب أن تؤخذ أيضاً هذه الأضرار بعين الاعتبار خلال تقدير الأقساط ، ولذلك ينتج القسط من خلال تكامل جميع حوادث الضرر، وباعتبار أن $f(Q)$ هي كثافة الاحتمال لتصاريف القمة السنوية Q و$K(Q)$ هي الأضرار الناتجة بالعلاقة مع التصريف المار، يحدد الخطر الكلي R من خلال العلاقة الآتية:

$$R = \int_{Q} K(Q) \cdot f(Q)\, d(Q) \qquad (4.10)$$

يجب أن يجري التكامل من خلال جمع جميع التصاريف، بينما يكون $K(Q)$ مساوياً للصفر في حالة التصاريف الطبيعية.

بشكل عام لا ينفذ هذا التكامل تحليلياً ما عدا التراكيب المحددة لـــ $K(Q)$ و$f(Q)$. وعندما نقبل على سبيل المثال مسار خطي لـــ $K(Q)$ لأجل $Qa < Q < Q_b$ عندما تأخذ القيم $K(Q) = 0$ لأجل $Q < Q_a$ و$K(Q) = K_{max} = const$ ولأجل $Q > Q_b$ وتعويض التوزيع الأسي ذا البارامترين $f(Q) = \lambda e^{-\lambda(Q-Q_0)}$ بالبارامترات λ وQ_0 لأجل تصاريف القمة الشكل (6-10)، ينتج:

$$R = \int_{Q_a}^{Q_b} \frac{K_{max}}{(Q_b - Q_a)} \cdot (Q - Q_a) \cdot \lambda e^{-\lambda (Q-Q_0)}\, dQ + \int_{Q_b}^{\infty} K_{max} \cdot \lambda e^{-\lambda (Q-Q_0)}\, dQ \qquad (5.10)$$

يمكن أن تكامل هذه العلاقة مباشرة ونحصل بعد عدة حسابات على (KRON, 1993):

$$R = K_{max} \cdot \frac{e^{-\lambda Q_0}}{Q_b - Q_a} \left[Q_a e^{-\lambda Q_b} - Q_b e^{-\lambda Q_b} + \frac{1}{\lambda}\left(e^{-\lambda Qa} - e^{-\lambda Q_b}\right)\right] + K_{max} e^{-\lambda (Q_b - Q_0)}$$

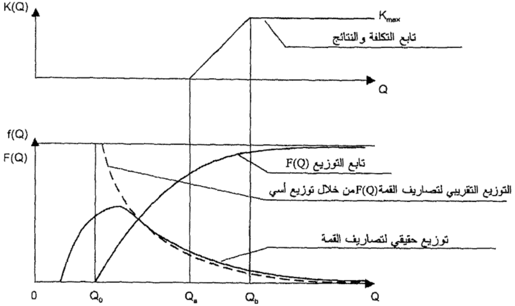
(6.10)

يكون كلا التوزيعان المستخدمان واقعيان أيضاً. عندما لا يظهر مسار منحنـــي الأضرار (من الأضرار الأولى وحتـــى الوصول إلى الضرر الأكبر) مسلكاً خطياً إلا نادراً، ويكون هذا عبارة عن نقص في المعلومات الجيدة لافتراض معقول. تملك معظم التوزيعات الحدية في الهيدرولوجيا هبوطاً أسياً، لذلك يمكن أن تقرّب هذه التوزيعات لأجل القيم الكبيرة بدون مشاكل وبشكل جيد بواسطة التوابع الأسية المشروحة.

تحسب الأقساط بعد ذلك بشكل مشابه للعلاقات (2.10) و(3.10) ولكن في العادة لا يستخدم هذا النوع من حساب الأقساط – التصحيح النظري. في العادة وفي أحيان كثيرة تستخدم طريقة مبسطة جداً تدخل فيها فقط سيناريوهات محددة في الحساب، وتم شرح الطريقة بشكل مستفيض في MUNCHENER RUCK, 1997، بعد ذلك يجري الحساب للأقساط السنوية على سبيل المثال استناداً إلى حوادث تتكرر مرة واحدة خلال عشر سنوات وعشرين

سنة وخمسين سنة ومائة سنة حسب العلاقة:

$$P_B = P_{N,10} + P_{N,20} + P_{N,100} + P_v \qquad (7.10)$$



الشكل 6.10: كثافة الاحتمال $f(Q)$ وتابع التوزيع $f(Q)$ لتصاريف القمة السنوية وتابع التكلفة/تابع النتائج $K(Q)$

ومن خلال مثال لمبنى سكني متضرر من الغمر بشكل قليل نسبياً بقيمة (مجموع التأمين) قدرها 1000000 مارك ألماني يجب أن توضح هذه الطريقة بشكل تقريبي.

وبافتراض أنه تنشأ أضرار تنجم عن الفيضان الذي يتكرر مرة واحدة خلال عشر سنوات قدرها 200 مارك ألماني ومرة واحدة خلال عشرين سنة قدرها 500 مارك ألماني ومرة واحدة خلال خمسين سنة قدرها 2000 مارك ألماني ومرة واحدة خلال مائة سنة قدرها 5000 مارك ألماني وتكلفة إدارة قدرها 30 مارك سنوياً يحصل المرء على ما يجب أن يدفعه المشترك في التأمين كقسط سنوي قائم.

$$P_B = 0{,}10 \times 200\ \text{DM} + 0{,}05 \times 500\ \text{DM} + 0{,}02 \times 2000\text{DM} + 0{,}01 \times 5000\ \text{DM} + 30\ \text{DM} = 165\ \text{DM} \qquad (8.10)$$

يبلغ القسط السنوي القائم ‰ 0,165 من مجموع التأمين.

وسوف نأتـــي على تأثير الحفاظ الذاتـــي في هذا المثال الخيالي في الفقرة (10-7) مرة أخرى.

إنه من الصعب حساب الأقساط المناسبة للتأمين ضد حوادث الغمر الناجمة عن فيضانات الأنهار، إن خطر الأضرار في حالة الفيضان يحدد بحسب كثير من العوامل حيث تشتق القيم الممثلة غير الضرورية من تحليل حوادث ضرر الفيضان الذي يقع، نفكر فقط في الحالة التـــي ستأتـــي ونعرف فيها هل الحماية من الفيضان المنجزة تكون فعالة تماماً في حالة حادثة الفيضان التـــي تتكرر مرة واحدة خلال مائة سنة أو تتعطل جزئياً أو تتعطل بشكل كامل، والأضرار الممكنة تتحرك في إطار كبير حدي.

يتأثر أيضاً تدرج الأقساط الضروري بالتأكيد بعدد كبير من العوامل، حيث يلعب موضع المنشأة نفسها والحماية المحلية من الفيضان وتلك الأوسع من المحلية الموجودة دوراً فاعل تماماً مثل إجراءات حماية المنشأة المؤقتة والدائمة، وفي حالة الخطر من السيول الجارفة فقط يمكن أن تحسب الأقساط السنوية المناسبة بأمانة حقيقية عالية، وتبقى هذه الأقساط منخفضة نظراً لكبر مجموعة التأمين (عدد المشتركين كبير) ولتردد الأضرار القليل (عدد الأضرار لكل مشترك في التأمين).

لا يمكن أن يتبع التقدير المنفرد للأضرار في التأمين ضد الفيضان للقطاع الخاص (الأبنية السكنية الأثاث المنـــزلي) وذلك كون التكاليف اللازمة لإنجازه بالعلاقة مع الأقساط المتوقعة كبيرة جداً. تتركز الأقساط أكثر باتجاه أضرار الفيضان المقدرة لمنطقة الخطر والتـــي يقع فيها أحد المبانـــي (انظر الفقرة 10-8) في الأخطار الاختيارية. في مجال الصناعة يجب على العكس تفضيل التقدير المنفرد للأخطار (ملاحظة: في مصطلحات التأمين يكون لأحد الأخطار نفس الأهمية مثل المنشأة المؤمّن عليها). في أغلب الحالات تتوفر لذلك معلومات محدودة جداً (على سبيل المثال عن موقع المنشأة بالنظر إلى الأضرار الممكن وقوعها بفعل الفيضان)، لذلك يقدر القسط السنوي غالباً حسب طرق مبسطة جداً، على سبيل المثال حسب الأضرار المتوقعة من جراء فيضان يتكرر مرة واحدة كل مائة سنة تبلغ قيمة الخطر وبالتالي بمجموع التأمين 16 مليون مارك ألمانـــي وقيمة الضرر نتيجة الغمر الذي يتكرر خلال مائة سنة مرة واحدة بـــ 800000 مارك ألمانـــي، يحسب عند ذلك الضرر السنوي المتوقع بموجب العلاقة (1.10):

(9.10) $R = 0{,}01 \times 800000 \text{ DM} = 8000 \text{ DM}$

أي 0.5 بالألف من مجموع التأمين، يضاف إليها التكلفة الإدارية للتأمين ونسبة من الربح. هذا النوع من الحساب الذي يظهر في الوهلة الأولى أنه غير دقيق يصبح أكثر واقعية عندما تؤخذ عقود التأمين الاختيارية المماثلة كمجموعة بحيث تغطي على الأقل أخطار طبيعية أخرى مثل الزلازل والأعاصير وأيضاً الحرائق، بذلك يتم الحصول من جهة على توازن للأخطار من خلال أخطار مختلفة ومن جهة أخرى تنقص هذه الأخطار وبالتالي القسط السنوي الإجمالي، بحيث يصبح بالحقيقة نصيب الغمر ثانوي.

7.10 الحفاظ الذاتـــي

تقوم حماية التأمين باحتواء الخطر حيث تنتقل مسؤولية الخطر من المشترك في التأمين إلى صاحب مؤسسة التأمين، بحيث أن المشترك في التأمين أيضاً خلال الخطر ينحّى جانباً، ولذلك لا يجهز نفسه بعد ذلك بإجراءات الوقاية من الأضرار. هذا الأسلوب في التفكير وفي السلوك يمكن أن يضر بمؤسسة التأمين وفي أحسن الحالات يؤدي إلى إفلاس هذه المؤسسة مالياً، فعندما يساهم المشترك في التأمين بالمحافظة الذاتية المادية اتقاءً للخطر ويكافأ هذا المشترك باقتطاع جزء من القسط السنوي عند ذلك تشجع مشاركته الفعالة في الوقاية من الأضرار، علاوة على ذلك يتقلص عدد حالات الضرر عبر الضبط الإلزامي في أثناء الأخطار الطبيعية بشكل كبير من خلال المساهمات الخاصة المفعّلة، بذلك يتم توفير تكاليف العمل التـــي كانت تبذل للعدد الكبير من الأضرار الصغيرة والتـــي كان مبالغاً بها كثيراً بالمقارنة مع الأضرار الحقيقية، وهذا يساهم في رفع وتيرة تنظيم الأضرار.

إن الحصول على حفاظ ذاتـــي جوهري في شروط التأمين هو أداة للتأمين كاملة الفعالية، ويمكن أن يتكون الحفاظ الذاتـــي بحيث أن نسبة الضرر يتحمله المشترك في التأمين نفسه ويكون أكثر فائدة عندما يكون الحفاظ الذاتـــي بشكل مبلغ ثابت معين أو نسبة مئوية لمجموع التأمين.

للحفاظ الذاتـــي سلسلة من الميزات لمؤسسات التأمين وبشكل خاص للمشترك في التأمين. وعندما يكون لهيئة التأمين طلبات تعويض عن حوادث ضرر أقل لمعالجتها، فإنها

ستدفع عادة تعويضاً أقل لقاء هذه الأضرار، وبنفس الوقت سيقوم المشترك في التأمين بتحسين إجراءات الوقاية بشكل واضح، باعتبار أن هذا المشترك في التأمين يجب أن يتحمل الضرر في كل الأحوال حتـــى حدود الحفاظ الذاتية. إن الميزات الممنوحة للمشتركين هي أنهم يستطيعون أن يقرروا بأنفسهم المدى الذي يريدون أن يبقوا فيه خارج التأمين: إما أن يحافظوا على خطر ذاتـــي مرتفع وأن يدفعوا أقساط تأمينية قليلة أو أن يخفّضوا الخطر الذاتـــي مع دفع أقساط تأمينية مرتفعة. في كل الأحوال يجب أن تبقى الأقساط في مستوى منخفض مقارنة مع التأمين الكامل، وأن تبقى الحماية ضد الأضرار الكبيرة كاملة. إن حالة الخطر تتحسّن إجمالاً، وعلى الرغم من هذه الميزات الموجودة لجميع المشتركين في التأمين هناك إمكانيات متوفرة أمام مؤسسات التأمين لفرض الحفاظ الذاتـــي وحصرها بشدة استناداً لحالة السباق والمنافسة. فقط عندما تزداد قيمة الأضرار بشدة في زمن قصير، يستجيب المشتركون عبر تطبيق الحفاظ الذاتـــي.

يمكن الالتفاف على عدم قابلية التأمين للساكنين حول الأنهار في حالات محددة من خلال قبول حفاظ ذاتـــي مرتفع والذي يبقي على الغالب الأضرار الصغيرة نسبياً خارج التأمين. يجب ألاّ تحدث قفزات في التأمين بعد ذلك إلا في الحالة الكارثية الحقيقية والتـــي يكون عندها التأمين مجدي تماماً (قارن مع الفقرة 10-4-3) لذلك سيقوم المالك في هذه الحالة باستخدام كافة الوسائل لحماية نفسه من الأضرار غير القابلة للتأمين والتـــي يتكرر حدوثها باستمرار وينفّذ وسائل حماية إنشائية على سبيل المثال، وعندما يستطيع خلق ثقة بفعالية هذه الإجراءات لتحقيق أمان له يحصل عندها على حظ جيّد بالحصول على شروط تأمينية أفضل.

إن الحفاظ الذاتـــي ليس جديداً، حيث يوجد في تأمين المركبات منذ سنوات طويلة وأيضا بشكل متزايد تقدم شركات التأمين الصحية الخاصة عقود تأمين مع حفاظ ذاتـــي بمقادير مختلفة (التأمين الصحي القانونـــي بحاجة له على سبيل المثال للأدوية ولمعالجة الأسنان).

واستناداً إلى المثال من الفقرة (10-6) السابق يمكن أن نوضح تأثير الحفاظ الذاتـــي لمشترك في التأمين، فعندما يدفع المشترك في التأمين أضراراً حتـــى 500 مارك ألمانـــي من حسابه الخاص، يحذف الجزآن الأول والثانـــي من القسط الوارد في العلاقة (8.10) وتنخفض

حدود الأضرار التـــي تتكرر كل خمسين سنة أو مائة سنة مرة حتـــى 500 مارك ألمانـــي، وتبقى تكاليف الإدارة نفسها ، بذلك نحصل على:

$$P_{B} = 0{,}02 \times 1500\ DM + 0{,}01 \times 4500\ DM + 30\ DM = 105\ DM \quad (10.10)$$

إن توفير ستين ماركاً ألمانياً من القسط في السنة يعنـــي أن المشترك في التأمين سيحصل على ميزة طويلة الأجل عندما لا يصاب بأي ضرر وســـطياً في الســـنوات الجديدة (500 DM/60 DM /year = 8.33 year). وهذا ينطبق على الأضرار البسيطة نسبياً (الأضرار التـــي تتكرر مرة واحدة خلال عشر سنوات تؤخذ بمقدار 200 DM) ويكون مناسباً جداً لأجل المشترك في التأمين.

عند انعدام الأضرار يوفر المشترك مباشرة كل عام 60 ماركاً ألمانياً، كما تستفيد مؤسسة التأمين أيضاً، ولا يهتم المشترك عادة إلا نادراً بتنظيم الأضرار، إلا في الحالات التـــي تتجاوز فيها الأضرار مبلغ 500 ماركاً ألمانياً، ويتم التعرض لهذه الحالة كل عشرين سنة مرة واحدة تقريباً.

عندما يتم اختيار حفاظ ذاتـــي بمقدار 1000 مارك ألمانـــي يستمر القسط السنوي بالنقصان ويبلغ عندئذ:

$$P_{B} = 0{,}02 \times 1000\ DM + 0{,}01 \times 4000\ DM + 30\ DM = 90\ DM \quad (11.10)$$

وهذا يعنـــي توفيراً مقداره 75 ماركاً ألمانياً مقارنة مع العقد بدون حفاظ ذاتـــي، طيلة 14 سنة (1000 DM/75 DM/year = 13.3 year) أي أنه قد وفر مبلغاً يمثل الحفاظ الذاتـــي.

إن تأثير الحفاظ الذاتـــي في تأمين الأخطار الطبيعية يتضح بشكل لافت للنظر من خلال إعصار داريا Daria، وهو أشد الأعاصير في أوروبا الوسطى في ربيع 1990، حيث تسبب في ألمانيا بخسائر بلغت تقريباً أكثر من مليار مارك ألماني، هذا المبلغ الذي يساوي مجموع الأضرار الصغيرة التـــي لا تحصى والتـــي تقارب قيمتها الوسطية 1000 مارك ألمانـــي. لقد تعاملت مؤسسة التأمين مع جميع حالات الأضرار بسخاء كبير بدون تحكيم لاحق – خاصة في الأضرار التـــي تقل قيمتها عن 2000 مارك ألمانـــي، وعندما سجّل المشترك في ذلك الحين حفاظاً ذاتياً مقداره 1000 مارك ألمانـــي نقصت كامل الأضرار المؤمن عليها في مجال هذه

المؤسسات إلى 50% وعدد الأضرار إلى 65% وفي حفاظ ذاتـــي قيمته 5000 مارك ألمانـــي حتـــى 93% و96%.

وحسب كل من الأسلوبين وفرت مصلحة التأمين تكاليف كبيرة. وهذه الحالة لم تجنها لوحدها وإنما ناسب هذا الأسلوب المشترك أيضاً، ولم تفعل مصلحة التأمين – ببساطة – سوى أنها قامت بتوزيع الأضرار المرتفعة التـــي يمكن أن تصيب أي مشترك على جميع المشتركين في التأمين. وفي حالة ضغط التنافس الشديد والذي يسيطر اليوم على هذا السوق يتم اليوم إعطاء كل توفير في التكلفة في زمن قصير إلى المشتركين في التأمين.

ويجب أن نقر بأنه في أحد أشكال التأمين كما في التأمين ضد الغمر لا يمكن التوصل إلى هيكل تنظيمي للأقساط السنوية لجميع المشتركين إلا من خلال إدخال حفاظ ذاتـــي مريح وفعال والذي يبلغ على سبيل المثال بحدود 1% من مجموع التأمين.

8.10 نماذج لتحديد مناطق الأضرار

لقد سلط الضوء في السنوات الأخيرة باهتمام أكبر على التأمين ضد خطر الغمر كما في العلوم والسياسة، وضغطت جهات الإعلان والجهات السياسية أكثر لإحداث تأمين ضد الغمر، ورأت مؤسسات التأمين استبعاد مشكلة الاختيار المعاكس وإقرار الصعوبة والشروط المتوجب تحقيقها وحساب الأقساط التـــي تكون صعبة وغير مقبولة لدى المساهمين.

وتحتاج المؤسسات التـــي تقوم بالتأمين بداية إلى معلومات عن مقدار الأضرار المتوقعة لمختلف المناطق كي يستطيعوا الحصول على مشتركين. وتبحث هذه المؤسسات عن أشخاص يتعاملون معهم بنجاح تام وهؤلاء هم في الدرجة الأولى الأشخاص الذين لا يتعرضون دوماً للفيضانات ومن جهة أخرى الذين ليسوا في مأمن كامل من أضرار غمر جوانب المجاري المائية. إن وضع تسعيرة المشاركة أو القسط السنوي يجب أن يرتكز إلى القيمة التخمينية أولاً والتـــي أيضاً يجب ألا تؤدي بالضرورة مباشرة إلى مسار متوازن (مجموع الأقساط – قيمة الأضرار (التعويض)، وتدريجياً يتم الحصول على تغطية الفجوة في التعرفة (القسط) – بالعلاقة مع عدد ونوع ومقدار الأضرار التـــي تصيب المنشأ المؤمن عليه – من خلال الخبرات في تقدير الأضرار وتناسبها مع الظروف الواقعية.

إن الحاجة إلى نماذج لتحديد مواقع الضرر تنطلق من وجهة النظر القائلة بأن المصلحة العامة تقتضي ألا يتجاوز القسط السنوي مبلغ 100 مائة مارك ألمانـــي، فلكل مؤسسة الحق في تقدير أضرارها. ويجب أن تحدد الأقساط تبعا للتقديرات الإجمالية حيث تصبح الدلائل التقريبية بمساعدة مثل هذه النماذج هي الحل الأفضل.

وبالنظر إلى الضغوط المتزايدة بعد التأمين ضد الفيضان قامت إحدى مؤسسات التأمين الألمانية بتطوير نموذج يمكن بمساعدته تحديد مواقع الأضرار الناجمة عن الفيضانات لألمانيا بكاملها.

يستند هذا النموذج إلى نظام المعلومات الجغرافي (GIS) فبمساعدته يتم تحديد المساحات التـــي ستغمر أثناء حدوث الفيضانات الحدية عن طريق فرق اختصاصية، ويتم أخذ حوادث الغمر النهرية بالاعتبار أما السيول الناجمة عن الأعاصير، وحوادث الغمر من السيول المفاجئة بعد هطولات شديدة لا يتم إدخالها في عملية النمذجة. فالسيول المفاجئة يمكن أن تظهر في أي مكان ولا تلعب (نظراً لصيغتها المحدودة مكانياً أيضاً) أي دور عملي في تجميع الأفكار (انظر الفقرة 10-9)، فالسيول الناجمة عن الأعاصير ليست قابلة للتأمين حاليا نظراً لكونها مكمناً لإحداث الخسائر الفادحة.

وليس من السهل تحديد المساحات التـــي ستغمر خلال حوادث الفيضان الحدية في عموم ألمانيا، وعلى الرغم من أن دراسات فيضانية قد نفذت لأجزاء كثيرة من الأنهار فإن هذه المساحات وصفت فقط بشكل متقطع وغير كامل، مع الحاجة إليها لتغطية المساحات لكل مجرى مائي كبير نزولاً حتـــى المرتبة الثالثة.

وكأساس للحسابات الهيدروليكية تبرز الحاجة لمعرفة التصاريف الحدية في المجاري المائية التـــي تتكرر باحتمالات مختلفة، وتتوفر هذه القيم عادة في مراكز القياس، ويجب تطوير طريقة لتحديد المكان الذي بمساعدته يمكن تقدير التصاريف التـــي تتكرر باحتمالات مختلفة عند أي موقع من المجرى المائي، وبواسطة هذه التصاريف والنموذج المفصّل لسطح الأرض وشبكة المجاري المائية يمكن بوساطة النموذج الحسابـــي الهيدروليكي البسيط ذي البعد الواحد حساب مناسيب المياه في ذلك الموقع وفي مقاطع الجريان الضرورية، وبعد هذه الخطوة تصبح المساحات المغمورة على طول المجرى المائي لحالات الفيضان المدروسة معروفة،

ومن الواضح واستناداً إلى البيانات غير الدقيقة في بعض الأحيان وللطرق الحسابية غير الدقيقة أيضاً ألا تطلب دقة كبيرة أثناء تحديد حدود الغمر هذه، غير أنه وبالنظر إلى التطبيق الأول لتحديد مواقع الضرر ظهرت الدقة بشكل كاف.

1.8.10 نظام التقسيم إلى مناطق خلال حوادث غمر الأنهار

إن الوحدات الإدارية المستخدمة من قبل مؤسسات التأمين هي المناطق المكونة من خمس مراتب في الأرقام البريدية، واستناداً إليها يتم جمع الأقساط والتأمينات، وتختلف درجة الضرر الناجم عن الفيضان لمنطقة ما حسب بعدها عن مجرى النهر وارتفاعها عن منسوب الماء الوسطي في النهر. كما توجد مناطق مرقمة بريدياً تضررت بشكل كبير أو بسيط، إلا أن الأضرار الناجمة عن الغمر تتعلق بالدرجة الأولى بتكرار الغمر المنتظر في هذه المناطق، وفي الخطوة الأولى تم تثبيت ثلاث مناطق خطر الجدول (10-4).

يمكن أن تقع أجزاء من منطقة مرقمة بريدياً وعلى الغالب مناطق صغيرة منها في منطقة الغمر، ولذلك يجب أن تحدد بدقة أكثر الأسس التـــي يتم بواسطتها تحديد المناطق المرقمة بريدياً. بعد ذلك يكون مثل هذا التحديد المأخوذ للمناطق هو الدليل الأول والرئيسي الذي يجب أن نجد بواسطته المناطق المتضررة، ويكون هذا وبدون شك كافياً للاستخدام كأداة في استراتيجية الاحتكار للتأمين في النشاطات العامة وبهذا الأسلوب تم في البداية استخدام النموذج أيضاً.

بينما لا يستطيع مالكو الأبنية في المنطقة III في المحاولة الأولى الحصول على أي تأمين، وأولئك الذين يقطنون في المنطقة I لا يعتبرون زبائناً كونهم يعرفون أنهم يسكنون في مناطق آمنة بعيدة بشكل كاف عن المجرى المائي، أما سكان المنطقة II فيرغبون في الاشتراك في التأمين لأنهم مهددين بالفيضانات ويمكن أن يعتبروا هدفاً ثميناً لمؤسسات التأمين التـــي تشجعهم من خلال الدعاية الهادفة، وفي أية حال يكون طبيعياً ألا يتم الالتزام بالمناطق الناتجة عن التحديد في بعض الحالات، ويمكن أن يتم الحصول على التغطية المادية اللازمة أو لا يتم الحصول عليها في بعض الأحيان، ولكن يجب أن يكون واضحاً لنا أن الأقساط السنوية للتأمين على منشأة ما يجب أن تبقى قليلة قدر الإمكان.

الجدول 4.10: تقسيم مناطق اقتصاد التأمين الألماني للأضرار الناجمة من حوادث غمر الأنهار

المنطقة	حجم الأضرار	احتمال الغمر	قابلية التأمين
I	قليل	المناطق التي في المتوسط نادراً ما يتكرر فيها الغمر مرة واحدة خلال 50 سنة	تعطى بكاملها
II	معتدل	المناطق التي تتضرر بالفيضان بتكرار بين 10 و50 سنة	بالأساس يكون معطياً
III	مرتفع	مناطق الأودية التي تتضرر بالفيضان الذي يتكرر كل 10 سنوات مرة أو أكثر من مرة	بشكل عام لا تعطى (غير قابلة للتأمين)

حظي النموذج أيضاً باهتمام شركات تأمين أخرى بسرعة ونتيجة لذلك قررت الرابطة الكلية لاقتصاد التأمين الألماني (GDV) الاستمرار بتطوير هذا النموذج. إلى جانب التكاليف المرتفعة (والتي نادراً ما كان يتم التوصل إليها من مالكي المشاريع المنفردة)، تلعب اليوم فكرة إحداث نظام لتحديد المناطق يصلح لجميع أشكال التأمين المشتركة ويلبي رغبات الناس دوماً وكذلك التوصل إلى نماذج غير متنافسة فيما بينها والتي لا تؤدي إلى الحيرة والاضطراب في السوق.

تم تطوير النظام تحت اسم ZÜRS (نظام تحديد مناطق الغمر والحجز والمطر الشديد) من GDV ووفرته للمشتركين في التأمين والمهتمين لقاء رهينة مالية.

في مرحلة التطوير الثانية أنجز تقسيم مكاني أدق للوحدات الإدارية، كما تم اعتماد أقسام الشوارع بدلاً من المناطق المرقمة بريدياً، وهكذا تم التوصل إلى تحديد للمناطق التفصيلية، والآن يمكن استخدامها لجمع الأقساط وللتقسيط الميسّر. غير أنه لا يمكن التوصل بذلك إلى نتائج دقيقة لوحدها عندما يتم استخدام أجزاء الشوارع عوضاً عن الأرقام البريدية. ويجب أيضاً ملاءمة دقة أقسام النموذج الأخرى بحيث يتم إعطاء مساحات الغمر الضرورية إلى حد ما بثقة عالية مرة أخرى، ويتطلب هذا تكلفة تطوير مرتفعة وبشكل خاص في مجال البيانات الهيدرولوجية - الهيدروليكية والتي من أجلها يمكن تأمين التمويل من خلال السلوك المشترك ضمن الـ GDV قدر الإمكان، فمن جهة يستخدم نموذج مفصل سهل وعالي الدقة لسطح الأرض وسهل الحل وشبكة أنهار دقيقة ومن جهة أخرى يتم تفعيل إدارة اقتصاد المياه الألمانية من خلال منظمة LAWA (مجموعة العمل الدولية للمياه). وفي أي

مكان تحسب فيها مناطق الغمر من قبل السلطات أو تخلي يجب أن تصب هذه المناطق في نظام ZÜRS وعلى العكس تنتظر إدارة اقتصاد المياه من خلال تأثيرها مساعدة في إخراج قوانين تحد من استغلال الأرض وكذلك منع البناء في مناطق الغمر المحتملة والتـــي تلعب دوراً هاماً في تصريف الفيضان وتخزينه.

2.8.10 تحديد مناطق الهطولات العاصفة ومناطق السيول المفاجئة

بينما تكون حوادث الغمر النهرية مرتبطة بالمجاري المائية يمكن أن تقع حوادث الغمر الناجمة عن السيول المفاجئة بعد هطولات محلية شديدة مبدئياً في أي مكان، ولا يلعب المكان المرتفع في سطح الأرض أو البعد الكبير عن المجرى المائي المجاور في هذه الحالة أي دور جوهري، غير أنه يمكن التفكير بوجود علاقة محلية محتملة لخطر السيول المفاجئة والتـــي توصف بمصطلح هطولات العواصف في اللغة المستخدمة في تقنية التأمين ونادراً ما تكون مفهومة.

إن مقدار الهطولات الحدية بتكرارات مختلفة في ألمانيا يختلف من مكان لآخر، ويمكن أن نقول بشكل تقريبـــي أن الأضرار في المناطق تصبح أكبر كلما ازدادت قيم الهطولات، ومن جهة أخرى تتأقلم طبيعة المنطقة وكذلك الإنسان بشكل جيد مع هذه الفوارق المحلية.

ويكون للمجاري المائية الطبيعية في المناطق غزيرة الأمطار تصاريف كبيرة ويرتبط تحديدها بجهود كبيرة، وتلعب في الهطولات الشديدة بشكل خاص استطاعات التصريف لمنظومات الصرف المحلي دوراً مميزاً، وفي حالة زيادة التصريف يظهر حجز وبالتالي حدوث أضرار غمر في المبانـــي، والتـــي كانت سابقاً تغطى فقط من شركات التأمين مثل أضرار الحجز التـــي لم تكن تنجم بسبب شبكة تصريف المنـــزل، هذا التحديد لم يعد موجود في العقود الأخيرة عموماً.

إن طرق حساب شبكات الصرف كطريقة خطة السيل كانت تحتوي عوامل أمان، والتـــي على الرغم من أخذ $r_{15,1}$ بالحسبان، (أي العاصفة المطرية التـــي تدوم 15 دقيقة مرة واحدة في العام)، أدت إلى احتمال بسيط لتعطيل شبكة الصرف أكثر من مرة في العام.

إن نماذج الحساب الهيدروديناميكي غير المستقر لشبكة الصرف والتـــي نستخدمها اليوم

يمكن أن تحسب عملية الصرف الهيدروليكية عملياً بدقة، وللوصول إلى سهولة التصريف نفسه كما في طرق التصميم القديمة تشرح الأسس والقواعد الجديدة استخدام المطر التصميمي بتكرار سنوي في مجال من 10 سنوات وحتـــى 30 سنة. ويمكن أن ننطلق في ذلك من أن زيادة الحمولة لشبكة متوسطة (والتـــي تحسب بطرق قديمة أو حديثة) تحدث مرة واحدة كل 5 إلى 10 سنوات. وبذلك يوجد بالطبع انتشار محلي كبير، من جهة يؤدي الربط الدائم لمناطق سكنية جديدة إلى المجمعات الموجودة وغير المصممة لتحمل حمولات أخرى كبيرة ومن جهة أخرى تكون المنظومات المنفذة في المناطق السكنية الجديدة غالباً كبيرة الأبعاد جداً وبسبب توقع التطور بأسلوب آخر.

واستناداً إلى خرائط الهطولات الغزيرة KOSTRA لمركز الطقس الألمانـــي (DWD, 1997) تمت المحاولة لاستنباط دليل يمكن أن يشير إلى الخطر المرتفع للسيول المفاجئة، وعندما ننطلق من أن شبكة صرف ما تستطيع أن تتجاوز حادثة تتكرر كل خمس سنوات مرة واحدة بدون أية مشاكل والتـــي تبدأ بالتعطل بداية في حالة المطر النادر، يجب أن يسمح التزايد النسبـــي لارتفاع قيمة الهطول بالوصول إلى استنتاج سرعة حدوث هذا التعطيل.

يحدد معامل الزيادة النسبية بواسطة الهطولات $N_{D,T}$ التـــي تتكرر كل T سنة لفترة هطول محددة D والذي يعبر على سبيل المثال عنه بزيادة ارتفاع قيمة الهطول من سنة إلى عشر سنوات للعاصفة المطرية التـــي تدوم $15\, f_{15,1\text{-}10} = (N_{15,10} - N_{15,1})/N_{15,1}$ دقيقة. عندما تكون قيمة هذا المعامل كبيرة يعكس ميلاً كبيراً لتابع توزيع الهطولات وتزداد قيمة ارتفاع الهطول بسرعة مع التكرار السنوي المتزايد، وعندما يكون التابع صغيراً تجري الزيادة بشكل تدريجي. إن القيمة المطلقة للزيادة لا تلعب أي دور بسبب التوحيد (توحيد القياس أو المعيار). هذا المعامل يمكن أن يحدد لكل حقل في شبكة أطلس – KOSTRA، على سبيل المثال لاستمرار الهطول من $D = 15$ min و $D = 60$ min.

وعندما توصف العوامل المعطاة ضمن خرائط، يجب أن تكون الفوارق المحلية قابلة للتعرّف عليها، غير أنه لا يكون هذا في حالة $f_{15,1\text{-}10}$ و $f_{60,1\text{-}10}$، وكما يمكن التعرف قليلاً على الفوارق في العوامل التـــي تعطي مرة أخرى التزايد في الهطول الذي يتكرر مرة واحدة كل 10 سنوات إلى الهطول الذي يتكرر مرة واحدة كل 100 عام، وهكذا يتم رفض تحديد

المناطق الاتحادية كمناطق ضرر مختلفة بفعل السيول المفاجئة، ويتم الانطلاق هكذا من ناحية تقنية التأمين الآن وفي المستقبل القريب من أن الأضرار الناجمة من السيول المفاجئة هي واحدة في عموم ألمانيا.

9.10 مشكلة الجمع (التزامن)

يجب أن تعرف شركات التأمين من المرتبة الثانية مثل شركات التأمين من المرتبة الأولى ما هي قيمة الأضرار العظمى (المزدوجة - المتزامنة) التـــي يمكن أن تؤخذ بالحسبان، وتنتج الأضرار المتزامنة من خلال ظهور الأضرار لكثير من عقود التأمين في وقت واحد، فكل عقد تأمين إضافي يحسن بالتالي توازن الخطر، لكن من جهة أخرى يزيد من خطر الأضرار المتزامنة.

وهكذا يمكن أن تستمر شركات التأمين عندما يتم القيام بمراقبة دائمة لحالات التزامن، ونفهم من مراقبة حالات التزامن التحليل الدقيق لتوزيع الضمانات ومراعاة كثرة الضمانات يمكن أن تؤدي إلى أضرار كبيرة في حالة الكوارث الطبيعية، فهي هامة للتمكن من تحديد سياسة المؤسسة وأهدافها الإنتاجية وتحديد الخطوط العامة المرسومة وتكوين الاحتياطي فيها وكذلك لتحديد مدى الحاجة إلى التأمين الإضافي (المزدوج). وتكون مراقبة حالات التزامن بالنسبة لشركات التأمين الأساسية (المرتبة الأولى) ضرورية لاستمرارها كي تحدد وتتعرف على الديون القائمة والصافية، هذا يعنـــي قبل وبعد التأمين الإضافي (المرتبة الثانية) في إطار ملكيتها وللإبقاء عليها ضمن السيطرة، وتكوّن شركات التأمين احتياطياتها استناداً إلى تحاليل حالات التزامن.

تنفذ تحاليل حالات التزامن بشكل خاص من قبل مؤسسات التأمين الاحتياطية (المرتبة الثانية) في السنوات الأخيرة بكثرة من خلال شركات استشارية متخصصة، ولذلك تم إعطاء سيناريوهات حوادث حدية (بفترات تكرار سنوية للحوادث الطبيعية تتراوح بين 50 و500 عام) حيث بواسطتها يمكن تخمين الأضرار المتوقعة والناتجة من هذه الحوادث، وتنتج من هذه الحسابات الخسارة الأعظمية المحتملة (PML :Probable Maximum loss) والتـــي تعطى عادة كنسبة مئوية لمجموع التأمين الكلي لمؤسسة ما.

1.9.10 نموذج لتحليل تزامن الغمر

منذ عدة سنوات تم في الكثير من البلدان تحديد معيار موحّد لمراقبة حالات التزامن لأخطار الزلازل والعواصف وتتوفر نماذج محاكاة للخسارة الأعظمية المحتملة (PML). إن الأضرار في كلي النوعين من الحوادث تنتشر على مساحات شاسعة وتكون بشكل أساسي تابعة لسرعة الرياح وشدة الزلزال وقدرة المقاومة للمباني ضد القوى المؤثرة، وتلعب الطبوغرافيا وظروف التأسيس أيضاً دوراً مهماً.

على عكس ذلك هناك حاجة كبيرة لاستدراك خطر الغمر. تمثّل حوادث الغمر بمنحنيات وتلعب الظروف دوراً هاماً جداً، مثل مواصفات سطح الأرض/الطبوغرافيا، ارتفاع توضع المنشأ، بعد هذا المنشأ عن المجرى المائي أو فعالية إجراءات الحماية من الفيضانات المحلية وفوق المحلية ، ففرق عدة أمتار فقط في الموقع يمكن أن يكون حاسماً، وتكون مقاومة المباني ضد القوى شيئا ثانوياً، فأثناء مهاجمة الماء قد تلعب عوامل أخرى دوراً هاماً.

ولوقت طويل لم تكن أدوات تحليل حالات التزامن لنماذج الأعاصير والزلازل القابلة للمقارنة متوفرة. وبمساعدة أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) وبشكل خاص للمركبات الهامة لنماذج سطح الأرض التفصيلية صار ممكناً الآن توفر دراسات تفصيلية نسبية لمناطق كبيرة، وبالتالي تطوير سيناريوهات لحوادث الغمر. وعندما تتوفر مساحات غمر لسيناريو معطى يمكن رصد التوزيع الحجمي للضمانات عليها والتوصل إلى أضرار التأمين الكلية.

لقد تم وضع نموذج مطوّر حديثاً لتخمين الخسارة الأعظمية المحتملة (PML) في مناطق الغمر لأية حادثة (Kron, 2000)، استناداً إلى الأسس الهيدرولوجية – الهيدروليكية نفسها كما تم شرحه في الفقرة (10-8-1) من ZÜRS. يتم التوصل إلى مساحات الغمر في حالات التصاريف الأعظمية بمساعدة GIS حالياً ولحالات التراكب (التزامن)، ومن خلال هذه التحاليل الحجمية يتم التعرف إلى المناطق السكنية المتضررة من الغمر ونحصل لكل منطقة مرقمة بريدياً بخمسة مراتب على الجزء المغمور من المساحة السكنية في حادثة ذات تكرار محدد (مقدراً بالسنين)، ولا تلعب المساحة الإجمالية للمنطقة المرقمة بريدياً أي دور. بتقسيم للمساحات المأهولة في المناطق السكنية والصناعية يمكن أن يتركز التحليل لفروع التأمين المختلفة (الخاص، الحرفي، الصناعة) على المساحات الجزئية المناسبة لكل منها.

في التحاليل الإدارية يتم اختبار توزيع المسؤوليات المنفردة لكل إدارة، وللحصول على الضمان لكل عدد بريدي يتم قبول توزيع متساو في التقريب الأولي على المساحات المأهولة، وبذلك يكون الجزء من الضمان ضد الغمر متناسباً طرداً مع الجزء المغمور للمنطقة السكنية، ولكل منطقة مرقمة بريدياً ولكل سيناريو فيضان يمكن أن يحدد وفق هذا الأسلوب الجزء المتضرر المحتمل من القطاعات المؤمن عليها، وبإدخال الأضرار الوسطية النوعية يمكن استنتاج قيمة أضرار الحوادث المتوقعة من ذلك لكل رقم بريدي.

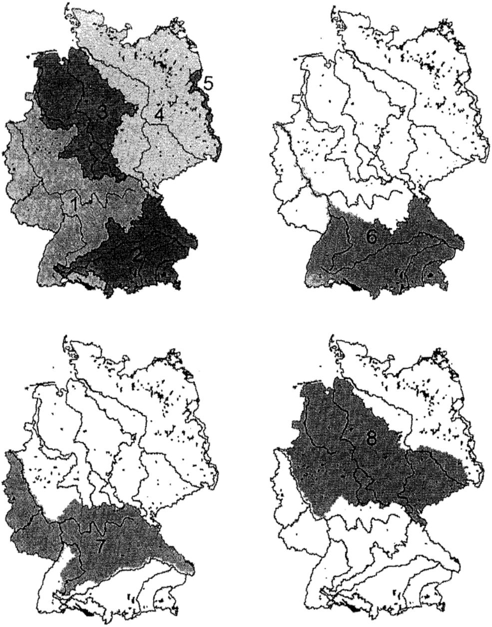
2.9.10 مناطق الضرر المتزامن في ألمانيا

إن احتمال وقوع حادثة فيضان تشمل جزءاً كبيراً من ألمانيا أو كامل البلاد بنفس الوقت قليل أما احتمال وقوع حوادث حدية ضمن أقاليم محددة فهو أكبر (على سبيل المثال مناطق أنهار منفصلة)، هذه الفكرة هامة من أجل تحليل حالات التزامن.

لقد تم في ألمانيا تحديد ثمانية مناطق ضرر متزامنة، خمس من هذه المناطق تمثل مناطق الأنهار الكبيرة لألمانيا (الراين، الدانوب، فيزر – إيمس، الإلبة، الأودر) والثلاثة الأخرى (الجنوب، الوسط، الشمال) تم تحديدها كمناطق امتداد للأنهار، الشكل (10-7).

تشمل المنطقة 6 "الجنوب" كامل الحوض الساكب للدانوب الواقع في ألمانيا والحوض الساكب للراين حتـــى مصب النيكار ووادي وسط الراين وسهوله المنخفضة والمحتمل أن تتضرر بشدة من الفيضان الكبير القادم من الراين الأعلى في كل الأحوال، إن المنطقة 7 "الوسط" تشمل إلى جانب الحوض الساكب للدانوب في شمال بافاريا أيضاً الأحواض الساكبة للماين والنيكار وكذلك مناطق الراين اليسارية الواقعة تحت كارلز روة ووادي الراين الأوسط والأسفل، وهي تمثل بذلك تقريباً المناطق التـــي تضررت بشكل رئيسي من فيضان عيد الميلاد عام 1993. المنطقة 8 "الشمال" تربط الأحواض الساكبة للإلبة الأعلى والسالة مع منطقة الفيزر والإيمز والمنطقة اليمنـــى من الراين أسفل مصب الماين.

يتم تنفيذ تحليل حالات التزامن بشكل منفصل لكل منطقة أضرار متزامنة من هذه المناطق، وتستخدم كسيناريوهات حوادث افتراضية تبنـــى على التصاريف التـــي تمت نمذجتها، وهكذا يتم قبول، (على ســـبيل المثال) تصريف يتكـــرر كل مائة عام مرة واحدة



الشكل 7.10: أمثلة عن مناطق تزامن الضرر للغمر في ألمانيا (1- الراين، 2- الدانوب، 3- فيزر– إيمز، 4- الإلبة، 5- الأودر، 6- الجنوب، 7- الوسط، 8- الشمال)

للسيناريو الذي يتكرر مرة واحدة كل مائة عام على طول جميع المجاري المائية في منطقة الضرر المتزامنة المدروسة، ونحصل لأجل كل سيناريو ولكل تكرار على ضرر متزامن محتمل،

ويبنـــى النموذج بحيث يسمح بإدخال ما مجمله 15 منطقة جزئية إلى السيناريوهات الأخرى بشكل غير محدد، وتمثل المناطق الجزئية بشكل أساسي الأحواض الساكبة للأنهار الكبيرة (مثل نيكار وماين والدانوب الأعلى وغيره) وتشمل بشكل عام أيضاً وادي الراين أسفل كارلز روه ووادي الدانوب أسفل ريغس بورغ.

وتظهر مشكلة أساسية أثناء العمل بالسيناريوهات تتمثل في أننا لا نستطيع ترتيبها عادة باحتمال تكرار ما، وفي السيناريوهات المستخدمة قد تظهر مشاكل أخرى.

إن الإدخال المتزامن للتصريف الذي يتكرر مرة واحدة كل مائة عام في كل موقع من المجرى المائي في منطقة ما نظرياً غير ممكن، فعلى طول جزء واحد من مجرى مائي يتم الحفاظ على تصريف ثابت في المجرى على المستوى الذي يتكرر مرة واحدة كل مائة عام من خلال حالة تصريف داخل محددة تماماً، فعندما يلتقي مجريان مائيان يصبح التصريفان المئويان (اللذان يتكرران مرة واحدة كل مائة عام) في كلي المجرين المتحدين مباشرة أسفل نقطة الالتقاء فإنه ينتج تصريف نادر جداً أكثر من ورود واحد منهم خلال مائة عام، هذا التأثير يكون جديراً بالملاحظة أكثر كلما كان الحوضان الساكبان أكبر.

إن انعدام الإمكانية النظرية يمكن أن ينظر إليها من خلال الاعتقاد أن الغمر الذي يتكرر مرة واحدة كل مائة عام لا يحدث في كل مكان دفعة واحدة، إن التأثيرات على مؤسسة تأمين ما ليست متساوية عندما تقع حادثة تتكرر مرة واحدة كل مائة سنة في منطقة خطر متزامن ضمن فترة زمنية طويلة بشكل متتال خلف بعضها البعض في مواقع مختلفة (على سبيل المثال خلال إحدى السنوات) بالإضافة إلى ذلك يصبح الاحتمال بعد ذلك بظهور التصريف المئوي الذي يتكرر مرة واحدة كل مائة عام في كامل منطقة الضرر المتزامن أصغر من 0.01. وتشكل المنطقة 5 "الأودر" استثناءً كمنطقة ضرر متزامن، حيث لا تشمل هذه المنطقة حوضاً ساكباً وإنما الحوض النهري فقط (المجرى المائي) ولذلك يمكن القول:

أنه لا يمكن اعتبار السيناريو المئوي كفترة تكرار مقدارها مائة عام، إن احتمالات التصريف النوعية المستخدمة لا تسمح بأن تعوض مباشرة بفترات تكرار الأضرار، ولذلك ليست قابلة للاستخدام في حساب الأقساط السنوية للتأمين.

لم تراع إجراءات الحماية من الفيضان (أحواض التخزين، السدات، والإجراءات المؤقتة

مثل رفع السدات بواسطة أكياس الرمل وإجراءات حماية المنشأة) في النموذج، مع أنها تلعب دوراً جوهريا في هذا المجال. وهذا يصلح بشكل خاص في السيناريوهات لفترات تكرار سنوية قليلة (عشر سنين وعشرين سنة وربما خمسين سنة)، لأنه حتـــى في مجال فترات التكرار من 10 إلى 20 سنة يجب على إجراءات التخزين وسدات الحماية في معظم الحالات السيطرة على تأثيرات هذه الفيضانات بشكل كامل، بحيث أن مساحات الفيضان المحسوبة لا تعود فعالة. ولكن في فترات التكرار الكبيرة تصبح هذه الإجراءات غير فعالة حيث أنها لا تكون مصممة من أجل هذه التصاريف الكبيرة.

ومن جهة أخرى لا تقدم السدات حماية كاملة (مائة في المائة) ويمكن أن تتعطل في حالة الفيضانات الصغيرة، بحيث تتوفر الإمكانية لاستخدامها كجزء من تضاريس سطح الأرض، وبالتالي ليس شرطاً أن تحل المشكلة. إن اختبارات الخطر ذات التغطية السطحية لإجراءات الحماية ليست ممكنة بسبب التكاليف الباهظة، وفي مجال الأنهار الكبيرة يمكن التفكير بإدراج إجراءات الحماية من الفيضان الموجودة، وعلاوة على ذلك تكون أيضاً التأثيرات على الأضرار المتوقعة نسبياً ذات فعالية بحيث يمكن تنفيذ هذه المهمة بشكل عاجل.

إن الحل المكانـــي ودقة المعلومات في العناصر المنفصلة لنماذج الفيضان تشير بشكل خاص إلى مسألة التزامن، إن دراسات المناطق الصغيرة أو التخمينات للمشاريع المنفردة ليست هدفاً للنموذج، إن المركبات الخمس لهيكل النموذج: إحصائيات التصريف (المحلية) وشبكة المجاري المائية ونموذج سطح الأرض واستخدام المساحات والوحدات الإدارية يجب أن تمتلك دقة متساوية مقبولة، فمن غير المجدي أن نطلق المزيد من الوعود ومن جهة أخرى لا نستطيع تنفيذاً أفضل من الحسابات الهيدرولوجية والهيدروليكية الموجودة، أي يجب أن نقبل القيم الصحيحة الواجب إدخالها في النموذج، وإن العنصر الأضعف في السلسلة يحدد أيضاً هنا التأثير الكلي.

10.10 تنظيم الأضرار

تأخذ عملية تنظيم الأضرار السريعة والفعّالة بعد الكوارث الطبيعية أهمية كبيرة، وترتكز محاولات شركات التأمين على التلبية السريعة قدر الإمكان لطلبات التعويض عن الأضرار إلى

طريقتين اثنتين "كلما كانت التلبية أسرع كلما كانت التكلفة أقل" و"التنظيم الجيّد للأضرار هو أفضل دعاية".

يجب ألا ينظر دوماً إلى تنظيم الأضرار فقط من جهة التعويض عن الأضرار التـــي حلّت بالمشتركين في التأمين وفق إجراءات التعاقد، ولأجل التأمين تلعب أمور أخرى دوراً هاماً، فإلى جانب ناحية الترويج للتأمين يتم جمع الخبرات في إطار التنظيم التـــي تشكل القاعدة لتخمين الأضرار والأخطار المستقبلية.

وبالعلاقة مع التنظيم للأضرار يمكن أن تنفذ دورات تأهيل للمشتركين في التأمين، فمؤسسة التأمين معروف عنها أنها تقوم بتوفير مواد المعلومات العامة عن طريق طباعة التعليمات والكراسات والأفلام وإرشادات تلفزيونية بوساطتها يتم لفت أنظار السكان وإكسابهم خبرة لتفادي الضرر والإشارة إلى إمكانيات تحقيق الأمان الفعال، وحيث أن هذه المعلومات تركزت سابقاً على مجالات الإحاطة بالحريق والحوادث والانهيارات، تتركز اليوم الجهود بشكل أكبر على مجال الأخطار الطبيعية.

عندما لا ينظر لهذه الأضرار الطبيعية على أنها كوارث يمكن أن تسبب أضراراً كبيرة، فإنها تشكل إحباطا لجميع المتضررين، من وجهة نظر نفسية على الأقل وتبرز عدة تساؤلات منها هل المتضرر صاحب حق وفق عقد التأمين أو هل يجب أن يعامل كمجرد سائل لدى إحدى السلطات. إن الجاهزية لدفع التعويضات السريعة التـــي نادراً تكون غير سخية من خلال شركات التأمين تساعد ضحايا الكوارث للتخلص بشكل أفضل من حالات الإزعاج النفسية التـــي تولدت من الحادثة، ولم تعاملهم كعاطلين عن العمل بل يمكنهم البدء بالإصلاح وإعادة البناء بأيديهم، وبذلك يصبح رفع الضرر أيضاً أرخص، حيث يدفع القليل للسكن البديل والأشياء المشابهة الأخرى.

وبالمقارنة مع التصرّف البيروقراطي لبرامج المساعدات الحكومية نجح القطاع الخاص بالتنظيم الاقتصادي للأضرار من خلال شركات التأمين حتـــى الآن في حالات الكوارث بشكل رائع، ولقد بين العديد من الحوادث في الماضي القريب أن اقتصاد التأمين الخاص يستطيع تجاوز الحالات الحرجة بشكل ملفت للنظر عندما يكون مستعداً لذلك من خلال الاحتياطات المناسبة، ويمثل فيضان نهر الأودر في عام 1997 مثالاً جيداً لذلك.

وبالنسبة للجانب الألمانـــي عولجت المطالبات بتعويض الأضرار بسخاء كبير وتم تسديد الأضرار حتـــى في الحالات التـــي لا يوجد لها عقود تأمين، وينظر بشكل خاص من ناحية الترويج لهذه المؤسسات، ولربما كلفت حملة دعائية أموالاً أكثر من هذا النوع السخي جداً للتنظيم – والمرتبط مع المعلومات المناسبة للسكان حول ذلك.

بالإضافة لذلك فإن شركات التأمين في حالة التأمين غير الكافي يكتنفهم الخوف من أنه في حالات الفيضان تسجل أحياناً عشرات الآلاف من طلبات الأضرار الناجمة عن الغرق مثلما حدث في سلسلة العواصف في ربيع عام 1990 في وسط أوروبا.

إن الكادر البشري الخبير والمدرب المعتمد من قبل مؤسسات التأمين الذي تزود به المراكز الدائمة والمتخصصة والمزوّد بخطة تدخل فعّالة هو الذي يستطيع أن يقيّم الأضرار ويساهم بتنظيمها ومعالجتها بشكل جيد، في كثير من العروض توجد منظمات عالية المستوى تضمن خبرة تنظيم موحدة وإحضار خبراء في التنظيم من مختلف أنحاء البلاد وحتـــى من الخارج في وقت قصير، وفي الحوادث الكبيرة الممكن توقعها يتم وضع هؤلاء الأخصائيين في جاهزية كاملة، وتوفر شركات التأمين في العادة المعلومات الاختصاصية الضرورية لتخمين الأضرار عن طريق المهندسين وعلماء الطبيعة، وتبحث هذه الشركات أيضاً عن مساعدة الخبراء الخارجيين والمستقلين.

وفي تنظيم الأضرار يلعب الحفاظ الخاص (قيمة الأضرار التـــي يتحملها المشترك في التأمين) المشروح في الفقرة (10-7) دوراً كبيراً، وعبر التراجع الملحوظ لعدد حالات الأضرار المتوجب تنظيمها تسقط الحاجة إلى العمل اللازم للعدد الكبير من الأضرار الصغيرة والتـــي لا تقارن بالضرر الحقيقي، وبذلك يمكن أن يجري تنظيم الأضرار بفعالية ملحوظة.

11.10 تحاليل الأضرار

لقد تم باهتمام كبير من قبل اقتصاد التأمين تتبع التطور الاقتصادي للأقاليم المهددة بالأضرار الكبيرة وغير المحدودة واستخدام التكنولوجيا الحديثة، وعلى نطاق واسع للحد من المخاطر الكبيرة والنتائج السلبية للأضرار المدمرة.

ومن المهم أيضاً لشركات التأمين تقدير حالة الخطر بشكل واقعي قدر الإمكان واستخدام كل ما هو متوفر للتعرّف على الظروف وكيفية التصدي لها (Know-how) ومن الممكن أن يتحرك بلد جديد إلى الجبهة الأمامية للتطور العلمي التقنـــي، ويجب إتباع طرق جديدة لتقييم الأخطار وتخفيضها ولذلك يستخدم اقتصاد التأمين أخصائيين في مجالات مختلفة من الطب إلى الرياضيات ومن العلوم الطبيعية وصولاً إلى العلوم الهندسية لإجراء اختبارات الخطر على المستوى الجديد للتقنية، ولكي يطوروا الإجراءات المناسبة للوقاية من الأضرار وتخفيضها وجمع الخبرات العالمية بالأضرار وتحليلها وتحويل هذه المعرفة إلى اقتراحات تحسين.

وتستند أغلب التصرفات على الخبرات بالأضرار، وعندما تفقد هذه الخبرات يجب أن نأخذ بالتقديرات المعقولة التـــي تأتـــي بنتائج أقل دقة بالجوهر، لذلك يجب أن تقوم شركات التأمين بتحليل بيانات الأضرار بدقة وبعد ذلك استنتاج التوصيات المناسبة للخطر. تقدم صور الأضرار في العادة فرصة كبيرة للوصول إلى أضرار نموذجية في المناطق المختلفة وتمثل نماذج لفروع هذه الأضرار والتـــي يمكن أن تساعد في تحاليل الأضرار التـــي يمكن أن تحدث فيها وفي النهاية المساهمة في وضع التعرفة.

ويجب أثناء تحليل الأضرار التمييز بين الاتجاهات التقنية والاقتصادية، حيث تهدف الاتجاهات التقنية إلى اختبار أنواع الأضرار من خلال التحميل الحاصل (مثل ارتفاع الحجز، مدة الغمر، سرعة الجريان، نقل الرسوبيات) وقابلية التحميل المعطاة (مثل نوع المبانـــي، درجة الحماية) بينما تدرس الاتجاهات الاقتصادية والمالية كثافة الحماية الموجودة وهيكلية العقود النموذجية ومن الطبيعي أيضاً تقدير مدفوعات الأضرار بعد الحادثة.

ولقد أصبحت أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) الأداة الهامة النادرة في تحاليل الأضرار، فمن خلال اقتطاع مستويات معلومات مختلفة يمكن الحصول على نماذج للتوزيع الحجمي لبارامترات هامة وأضحى الــ GIS منذ فترة يستخدم في تحاليل مختلفة لتقنية التأمين بشكل متزايد.

وفي مجال الاستشعار عن بعد تتوفر اليوم الطرق الحديثة جداً بمقدرة كبيرة جداً لتقدير الأضرار. ولكن إلى الآن تدرّس هذه الوسائل في مدارس الأطفال وهي غير دقيقة ومكلفة جداً، ويجب أن تجمع الخبرات الأخرى بداية، ولذلك لا توجد كما في الماضي وأيضاً في المستقبل القريب أية إمكانية أخرى لتقييم الأضرار من خلال المعاينة في المكان (أو تقديم تقرير

فنـــي في المكان) ومن الأفضل أن تجري معاينة سريعة قبل البدء بأعمال التعزيل للتمكن من الحصول على معلومات عن نوع الأضرار التـــي حصلت.

وتعالج هذه المعلومات على الغالب المعلومات التـــي لا تتوفر لاقتصاد التأمين وخارج توجهاته، لذلك يمثل المشتركون في التأمين مصدراً للبيانات التـــي يسألون عنها من قبل المعاهد العليا والسلطات وبشكل خاص من قبل الأوساط الإعلامية، وتطوير تبادل معلومات مفيد من كافة جوانبه، وتفيد بيانات الأضرار عن المشتركين في التأمين في إنجاز منشآت تنظيم (أعمال وتقارير تنظيم) وتحسين للتعليمات الإنشائية تماماً كما في إنجاز تحديد مناطق الضرر والنصائح لوضع ضوابط استغلال المناطق والأراضي الموجودة.

12.10 بنوك معلومات الأضرار

يمكن أن يجرى التحليل المنطقي للأضرار من خلال التقييمات الإحصائية لحالات الضرر فقط عندما يتم الحصول على قواعد البيانات بشكل منتظم وتؤرشف بشكل جيد كما يمكن استدعاؤها بشكل سريع وحسب الهدف والاختصاص وبشكل انتقائي. ولهذه الغاية تفيد بنوك المعلومات الإلكترونية، فهي قاعدة هامة لتخمينات الأضرار ولجمع الأقساط.

من الواضح في فروع التأمين مثل تأمين المركبات، من أن السلوك الوسطي للمشترك في التأمين يقيّم من خلال البيانات التفصيلية حسب أنواع العربات والمناطق والمجموعات المهنية والعمر والجنس وعوامل أخرى متعددة ونتيجة لذلك يتم تصحيح الأقساط المتدنية أو المرتفعة، ويمكن أن تؤثر في الحالة المنفردة بشكل غير عادل ولكن تملأ من خلال اختبارات إحصائية، مثل هذا الجمع يمكن أن يتم فقط عندما تتوفر خبرات شاملة تجمع عبر سنوات، وعلى الجهة الأخرى من الطيف يقف على سبيل المثال التأمين للأطباق الغالية الثمن أو ضد الحوادث الطبيعية الكبيرة النادرة، وهنا تكون قاعدة البيانات بالمقارنة ضعيفة ويجب أن تدعم بأفكار أخرى أقوى، إن تحاليل حوادث الضرر ذات الاستطاعات الصغيرة التـــي تقع أعطت إرشادات قيمة أيضاً.

مبدئياً يمكننا القيام بالجمع من خلال بيانات الأضرار للحوادث الطبيعية بشكل شبيه لما هو في البيانات الهيدرولوجية، حيث يمكننا مثلاً أن نأخذ البارامترات مثل شدة الحادثة والأضرار الإجمالية، علاوة على ذلك تكون بيانات الأضرار معقدة جداً، وتتعلق الأضرار

ليس فقط بحجم التحميل (شدة أحد الزلازل، سرعة الرياح أثناء أحد الأعاصير، منسوب الماء أثناء الفيضان) بالمادة الإنشائية بل أيضاً بإجراءات الحماية الموجودة وبسلوك المتضررين وبانعكاسات المؤثرات الأخرى، علاوة على ذلك نادراً ما تقع حوادث أضرار أساسية كبيرة ضمن إحدى المناطق المدروسة حسب أحد التحاليل الإحصائية، ولذلك تبرهن على اختلاف كبير بالنظر إلى بارامترات التحميل، في هذه الحالة يمكن أن تلعب مدة الحدث والشروط البدئية ووقت الحدوث من اليوم والفصل من السنة وغيرها دوراً كبيراً إلى جانب شدته.

ولكن قد تتغير بارامترات المقاومة (تعليمات الإنشاء، حالة التطور الاقتصادي لمنطقة الحوادث في الماضي القريب وغيرها) خلال سنوات قليلة بشدة، لذلك يؤخذ عدد كبير من التوجهات في بنك المعلومات، بحيث لا يتم تخزين أعداد للإحصاء الكمي وإنما ملاحظات للتقييم النوعي للحوادث، ومن هذه البيانات المشروحة يمكن استخلاص نتائج معبرة وجيدة عن تكرار وقوع الحوادث الطبيعية وتأثيراتها في مناطق محددة.

تجمع شركات التأمين المزدوجة (من المرتبة الثانية أو الاحتياطية) منذ سنوات عديدة من جميع المصادر المتوفرة بلاغات عن حوادث الأضرار الأساسية، ففي مراكز ميونخ يتم إدراج هذه البلاغات منذ أواسط الثمانينيات من القرن الماضي بشكل نظامي في بنك للمعلومات، ومن ثم يتم استخلاص بحاميع سريعة. على سبيل المثال لأجل نموذج من الحوادث لمقاطعة ما، لدرجة أو صنف كبير وغير ذلك وأحياناً يمكن اشتقاق نتائج كمية. لقد تم تمثيل الهيكلية البنائية لبنك المعلومات في الشكل (10-8)، إن النتائج المطبوعة والمبينة في هذا الشكل لبنك المعلومات يعطي مرة أخرى فقط جزءاً من المعلومات المخزنة في هذا البنك، وهكذا يتم إعطاء كود لمكان الحادثة، أي يتم حفظها بإحداثيات جغرافية.

13.10 التأمين ضد الغمر في البلدان الأخرى

إن الصعوبة في إيجاد حل للتأمين من خطر الغمر ينعكس في استخدامات مختلفة يتم اختيارها في بلدان أخرى. في الفقرات الآتية تم عرضها كأمثلة في ثلاث دول. لا يوجد حل يحقق العدالة لكل المشاركين ولكن الطموح موجود دوماً لمشاريع تأمين تغطي عدة أخطار (على سبيل المثال جميع الأخطار الطبيعية) في حزمة ما كي يتم التأثير ضد الاختيار المعاكس ولتحقيق العدالة لحالات خطر محلية مختلفة جداً.

MRNatCat*SERVICE*

Date, Area affected	Loss event	MRNatCatNo.
5.7.–10.8.1997 **REGION EUROPE** Poland: S, W. Czech Republic: C, N, E. Slovakia: NW. Austria: C, N. Germany: E.	**Floods** Torrential rain (570 mm/5 days in Czech Rep.). Flash floods, landslides. Flooding along numerous rivers (esp. Odra). Dikes damaged and collapsed. Thousands of villages/towns flooded. Hundreds of thousands of houses, buildings, hospitals, holiday camps, vehicles damaged/destroyed. Major losses to industry: factories flooded, production stopped, thousands of businesses affected. Infrastructure: 2,000 km of railroads, 15,000 km of roads damaged/destroyed, > 3,700 bridges destroyed. Traffic, train service, river shipping disrupted, train derailed. Lifeline network: gas and power supply failures, communication lines cut, water treatment plants, sewage systems affected, water contaminated (dead animals, oil), drinking water supply disrupted. Major losses to agriculture: tens of thousands of farms affected, large areas of farmland flooded, losses to crops and pasture, thousands of heads of livestock killed. Economy in Poland and Czech Republic severely affected (currency, stock exchange market). Injured: > 2,500 Homeless: > 10,000 Evacuated: 180,000 Deaths: 110 (PL: 55, CZ: 52, A: 3) Economic losses: US-$ 6,235m (PL: 3,500m, CZ: 1,850m, SK: >60m, A: 175m, D: 650m) Insured losses: US-$ 795m (PL: > 450m, CZ: 310m, D: 35m) Sources: SZ; FAZ; R; NZZ; LL; MR; WIR; Die Welt; Handelsblatt; THW	**MR9707C023**
7.7.1997 **Argentina:** S, Patagonia, Neuquen, Rio Negro	**Snowstorm** Temperatures –17 °C. Roads and highways blocked. 3,000 head of live-stock (sheep) killed Sources: R; LL	**MR9707B007**
12.–13.7.1997 **Ireland:** W, Mayo Glencullen	**Flood** Heavy rain, thunderstorms, lightning, landslides. Houses, bridge destroyed. Roads blocked. Crops and pasture damaged, 50 head of livestock (sheep) killed. Economic losses: US-$ 20m Sources: R; LL; WIR	**MR9707C024**

© Münchener Rück 2000

الشكل 8.10: البنية الهيكلية لبنك معلومات الأضرار للأخطار الطبيعية (MR Nat Cat Service)

1.13.10 فرنسا

بحسب قانون التأمين ضد الكوارث الطبيعية الصادر في عام 1982 في فرنسا يجب فرض قسط إضافي مشروع قانونياً من الدولة في كل تأمين للأشياء وذلك للتأمين ضد الأخطار الطبيعية، ويجري التأمين وتنظيم الأضرار من خلال اقتصاد التأمين الخاص، عندما يتم الإقرار من خلال قرار حكومي بأن الحادثة كارثة طبيعية يجري بعد ذلك في إطار توازن التأمين المزدوج الدفع بالأساس من خلال بنك الدولة المركزي (Caisse ce'ntral de reassurance) والذي يموّل من خلال القسط الإضافي وشركات التأمين المزدوجة الأساسية ضد أخطار الكوارث الطبيعية.

إن سيئة هذا المبدأ الذي يعمل بشكل جيّد إلى الآن هي أنه لا توجد مطالبة بالنفقات لحوادث الضرر المصنفة من الحوادث الطبيعية، وهذا يعنـــي أنه يقع ضمن صلاحية الحكومة بالكامل، هل يتم التعويض أم لا؟، إن القسط الإضافي الذي كان صالحاً إلى الآن وقيمته 9% تم زيادته اعتباراً من بداية عام 2000 إلى 12% نظراً لسلبياته أثناء التنفيذ في السنين الأخيرة.

2.13.10 سويسرا

يوجد في سويسرا تقريباً تأمين إلزامي ولكن ضد الأخطار الأساسية (بدون زلازل)، وفي الاستمارة غير واضح بأنه إلزامي للمشترك في التأمين، ولكن شركات التأمين ملزمة بالقانون أن تقدم التغطية الأساسية مع التأمين ضد الحرائق كمجموعة واحدة. وباعتبار أن كل واحد يقوم عملياً بالتأمين ضد الحريق بحيث يكون هذا الحل قريباً جداً من التأمين الإلزامي.

يجري التأمين من خلال اتحاد الأخطار الأساسية والذي بموجبه تساهم شركات تأمين الأشياء الخاصة ومؤسسة التأمين المصرفية الاحتكارية للمبانـــي حسب مساهمتها في السوق في التأمين ضد الحرائق، يتم تمويل الاتحاد من خلال أقساط ثابتة من أقساط التأمين ضد الحرائق، وتنظم المؤسسات وتدفع الأضرار، فبينما يجب أن تتحمل شركات التأمين الخاصة 15% من الأضرار بنفسها، فإن الـــ 85% المتبقية تحصل عليها هذه المؤسسات من اتحاد الأضرار الأساسية، حيث يجري التأمين المزدوج عن طريق اتحاد التأمين المزدوج الوسيط والذين يعملون كمؤسسات تأمين مصرفية للمبانـــي.

ويتحمل المشتركون في التأمين أجزاء متعددة من النفقات، إن رصيد اتحاد الأضرار الأساسية هو من جهة محدود بعشرة ملايين فرنك سويسري للمبانـــي ومحتوياتها لكل مشترك بالتأمين ولكل حادثة، ومن جهة أخرى بمائة مليون فرنك سويسري على الأكثر لكل حادثة. لهذين الحدين تأثيرات تحز بالنفس، حيث يحصل المشتركون في التأمين من أصحاب المنشآت المتعددة والمتضررة من حادثة واحدة مهما تكون الحادثة كبيرة لا يسمح فيها بتخطي السقف الأعلى المقدّر بمائة مليون فرنك سويسري وبالمقارنة يمكن أن يحصلوا على تعويضات قليلة جداً على اعتبار أن المطالبات يتم تخفيضها بشكل طردي.

3.13.10 (الولايات المتحدة الأمريكية) USA

يجري التأمين ضد الغمر في USA على أساس حر، ويشكل الأساس للتغطية برنامج تأمين الفيضان القومي (National Flood Insurance program) أو(NFIP)، وهذا هو حل اتحادي. إن المشترك في التأمين يستطيع بشكل مباشر شراء تغطية من المراكز الحكومية أو بشكل غير مباشر من شركات التأمين الخاصة، وشركات التأمين الخاصة تغطي جزءاً كبيراً من أقساط التأمين لمؤسسة حكومية اتحادية، ويتم دفع التعويضات عن الضرر من وسائل الاتحاد. يجري التأمين مبدئياً بشكل جيد، لكن لحقت بالاتحاد في هذا الغضون خسارة بلغت تقريباً 750 مليون دولار أمريكي (1999 أيلول).

وشرط اتخاذ القرار للتأمين هو أن تكون المدينة أو المنطقة التـــي يقع فيها المبنـــى الجاري تأمينه مشتركة في NFIP. هذا الاشتراك هو مفتوح لكل منطقة. وهي التـــي تقرر الاشتراك في البرنامج ويمكن لكل شخص أن يشترك في التأمين بغض النظر عن نوع الضرر الذي يمكن أن يطاله ويكون التأمين على الأثاث المنـــزلي ممكناً، وتدفع التعويضات عن الأضرار بشكل كامل 250000 دولار أمريكي وللأثاث المنـــزلي بمقدار 100000 دولار أمريكي، و500000 دولار أمريكي (ممتلكات صناعية، مبانـــي) و500000 دولار أمريكي (ممتلكات صناعية وما تحتويه).

ويجري تحديد المناطق من خلال شركة الإدارة الاتحادية (FEMA) على أساس اختبار هيدرولوجي ونتيجتها هي معدل تأمين الفيضان (FIRM)، وتميز أربع مناطق أساسية:

- المنطقة A لها احتمال فيضان مقداره يزيد عن 1% كل سنة، وتقع بذلك ضمن منطقة الغمر الذي يتكرر مرة واحدة كل مائة سنة.
- المنطقة B تشمل المنطقة التـــي يحدث فيها الفيضان مرة واحدة في المجال الذي يتكرر كل مائة سنة وحتـــى كل خمسمائة سنة مرة واحدة.
- المنطقة C هي فقط التـــي تتضرر من الفيضانات والتـــي نادراً ما تتكرر مرة واحدة ربما كل خمسمائة سنة.
- المنطقة D تشمل أخيراً كل المناطق التـــي لم يعد لها أية دراسة.

بالإضافة لذلك توجد سلسلة من المناطق الأدنـــى مرتبة والتـــي تأخذ بالاعتبار أعماق المياه المنتظرة وتجهيزات الحماية من الفيضان الموجودة ودقة التحاليل الهيدرولوجية المنفذة والتوجهات الأخرى.

11. الأسس القانونية للحماية من الفيضان

FRÖHLICH KLAUS – DIETER

إن الأسس القانونية للحماية من الفيضان في المناطق المأهولة توجد في عدد كبير من القوانين وفي النورمات المنضوية تحت هذه القوانين. وتفرز عملية البناء في مناطق المدينة مشاكل متعددة، وعرف المشرّع المشكلة وتابع كتابة وشرح الوسائل المساعدة كي يحسّن مستوى الحماية الوقائية من الفيضان من خلال التخطيط الواضح، إلى جانب ذلك توجد تشريعات قانونية هامة للحماية من الفيضان في قانون المدن الخاص وفي قانون تنظيم البناء وفي لوائح إنشاء الطرق، ومن الطبيعي ألا تبقى الوسائل القانونية المتعلقة بالمياه الخاصة بالحماية من الفيضان بدون ذكر، إلى جانب هذه المواد القانونية التـــي تخدم الحماية الوقائية من الفيضان تم أيضاً باختصار شرح المعطيات القانونية لمكافحة الفيضانات وشرحت النورمات التـــي لها أهمية كبيرة في عملية التأمين بعد الفيضان.

ويجب أن نتحقق من تخديم النورمات القانونية في إمكانية تجنب حدوث الفيضان (الحماية من الفيضان)، وللحد من الأخطار والأضرار التـــي تنجم عن فيضان ما حدث (مكافحة الفيضان)، أو لموازنة الأضرار التـــي تنجم عن الفيضان (التأمين بعد الفيضان).

1.11 الحماية الوقائية من الفيضان

لأجل مجال الحماية الوقائية من الفيضان (انظر الجدول 11-1)، يتم في الفقرات الآتية شرح وسائل ومعطيات قانون التخطيط (الفقرة 11-1-1) ومراعاة الحماية من الفيضان في خطة إدارة المنشآت (الفقرة 11-1-2) وكذلك إمكانيات الحماية من الفيضان من خلال قانون البناء (الفقرة 11-1-3). بعد ذلك يتم وضع الخطوط العريضة لأهمية الحماية من الفيضان أثناء إنشاء منشآت الطرق (الفقرة 11-1-4) وتوضيح الوسائل القانونية المائية للحماية من الفيضان (الفقرة 11-1-5) وفي النهاية يتم شرح الإمكانيات وتأثيرات قانون حماية التربة الاتحادية على الحماية من الفيضان (الفقرة 11-1-6).

الجدول 1.11: التمييز بين الحماية الوقائية من الفيضان ومكافحة الفيضان والتأمين بعد الفيضان

التقسيم	الهدف	الوسيلة (مثال)	التنظيم القانوني
الحماية الوقائية من الفيضان	يجب تجنب الفيضان	إزالة كتامة سطح التربة إقرار المنشآت للحماية من الفيضان تحديد مناطق الغمر تخطيط اقتصاد المياه	قانون التخطيط كتاب قانون البناء تنظيم بناء المقاطعة قانون الموازنة المائية قانون مياه المقاطعة
مكافحة الفيضان	يجب درء الأخطار المباشرة وغير المباشرة التـي تنجم عن الفيضان	إنقاذ الأشخاص والأشياء اجراءات قياسية شرطية والتنسيق	قوانين الشرطة للبلدان قوانين الحماية من الكوارث
التأمين بعد الفيضان	الأضرار التـي يسببها الفيضان (للممتلكات العامة والخاصة) يجب أن تعوّض عن طريق التأمين	تنسيق أعمال التعزيل موازنة الأضرار إعادة البناء	قانون المياه قانون النفايات الصلبة قانون التأمين

1.1.11 الحماية من الفيضان والتخطيط المحلي

في المناطق المأهولة يجب ألا يقلّل من أهمية توفير الإمكانيات للحماية المسبقة من الفيضان من خلال التخطيط المحلي (ERS, 1999; DAPP and HEILAND, 1999; GREIVING, 1999). إن نظام التخطيط لجمهورية ألمانيا الاتحادية الموجود يتكون من خطة كاملة لتنظيم المكان يغطي كامل المناطق الاتحادية والذي أصبح أكثر دقة في بعض الأحيان من التخطيط الاختصاصي حسب المكان (THURN,1986). إن أشكال التخطيط الكاملة تترتب بحسب خطة التطوير الكامل لمنطقة ما لتفي بجميع المتطلبات المحلية الممكن ظهورها في كامل المنطقة ولأجل كل الاحتياجات، بينما تخدم أشكال التخطيط الاختصاصية للإنجاز المخطط له في مجالات المهام والمشاكل، ولأجل مجال التخطيط الكامل يمكن أن تساهم المنطقة أو المقاطعة والخطة الإدارية الإنشائية في منع الأضرار التـي يمكن أن تنجم من الفيضان أو على الأقل تحد منها، إن وظيفة كل تخطيط مكانـي هو توجيه تطور كامل منظّم وموازنة الاهتمامات المختلفة وتوزيع المهام المتعددة، وبالنظر إلى الحماية من الفيضان تكون مهمة التخطيط في

المكان المدروس هي أن تتحمل مسؤولية لفت الانتباه إلى الحماية الوقائية من الفيضان بالمقارنة مع المهام الأخرى في التخطيط ضمن المقاطعة وفي التخطيط الإقليمي وفي خطة إدارة المنشآت (LÜERS, 1999) ولذلك يجب في هذا المضمار مراعاة مستويات التخطيط المختلفة الجدول (2-11).

الجدول **2.11**: مستويات التخطيط في المنطقة

مستوى الاتحاد الألماني	أسس وأهداف التنظيم	قانون التخطيط
مستوى المقاطعة	التخطيط ضمن المقاطعة عبر خطط التنظيم، برامج التطوير وخطط التطوير	قوانين التخطيط ضمن المنطقة
مستوى الإقليم	التخطيط في الإقليم	المادة 9 الفقرة 4 من ROG قوانين التخطيط على مستوى المقاطعة
مستوى البلدية	خطة استغلال المساحات خطة البناء	كتاب قانون البناء

على المستوى الاتحادي يحدد قانون التنظيم (ROG) المبنـــي على توجهّات التشريع العام للاتحاد المعطيات لعمل سلطات التنظيم الاتحادية وعلى مستوى المقاطعة وكذلك لمعطيات هيكلية للتخطيط والتنظيم على مستوى المقاطعة، ويحتوي هذا القانون على انطلاقة لوضع التنظيم على مستوى الاتحاد فقط ويمثل بالأساس إطارا واسعا للتنظيم على مستوى المقاطعة (KREBS, 1999) ويحتوي ROG (قانون التنظيم) في المادة 2 والفقرة 2 أسس التنظيم والتـــي يجب أن تستخدم كتصورات توجيهية لتطور مستمر لمنطقة حسب المادة 1 الفقرة 2 من القانون ROG.

إن مؤتمر وزراء التخطيط نبّه إلى عدم وجود الأسس المناسبة لتنظيم الحماية من الفيضان وأوصى في قراراته الختامية بوضع أسس وأهداف للتنظيم والتخطيط على مستوى المقاطعة على شكل لوائح تنظيمية واضحة وموحدة ومحسنة للحماية الوقائية من الفيضان بأقصى الحدود على المجاري المائية في 29 مارس 1996 وطالب وزراء الاتحاد من خلال تعديل أسس قانون التنظيم ROG للتمكين من تأمين الحماية الوقائية من الفيضان في الداخل من خلال عمليات التأمين واسترجاع وتطوير الأودية ومناطق الغمر (MKRO, 1996)، واستجاب الاتحاد لهذا الطلب واتخذ القرارات المناسبة في القانون المعدل ROG، حيث ذكر في المادة 2 الفقرة 2 بند 8 من ROG:

أسس التنظيم هي:

8 – يجب حماية الطبيعة والمياه والغابات والعناية بها وتطويرها، وبذلك يجب تحمّل تكاليف متطلبات المجموع الحيوي واستغلال الخيرات الطبيعية وخصوصا الماء والتربة بعناية وبدون إفراط ويجب حماية مخزون المياه الجوفية، كما ويجب تعويض الأضرار الحاصلة من التوازن الطبيعي. وعند التوقف عن استغلال المساحات التـــي استغلت سابقا لوقت طويل، يجب العمل على المحافظة على مقدرة التربة على العطاء أو إعادتها إلى الصلاحية أو المقدرة على العطاء. كما ويجب أثناء التأمين والتطوير للوظائف الإيكولوجية وأشكال الاستغلال لسطح الأرض مراعاة تأثيراتها المتبادلة أيضاً. ويجب العمل على تأمين الحماية الوقائية من الفيضان على الشواطئ وفي المناطق الداخلية. ففي المناطق الداخلية عن طريق تأمين أو إعادة الوديان لطبيعتها أو تأمين مساحات الغمر، وكذلك حماية الناس من الضجيج وتأمين نظافة الهواء.

حسب المادة 8 الفقرة 1 من ROG يجب بشكل أساسي إصدار خطة تنظيمية شاملة لكل مقاطعة. ووفق شروط المادة 9 لــ ROG يجب وضع خطط محلية متواضعة توضح الخطة التنظيمية الموجودة لكامل منطقة المقاطعة، ووضعت جميع مقاطعات الاتحاد قوانين تخطيط على مستوى المقاطعة تضمنت تنظيم كيفية تطبيق المعطيات القانونية الاتحادية وكيفية مراعاة النظم الأساسية لخطة المقاطعة.

وبخلاف قانون التنظيم المعمول به والذي يستخدم مصطلح خطة التنظيم تميّز المادة 5 الفقرة 1 و2 من ROG بدقة بين البرامج والخطط. ولذلك يوجد في قوانين التخطيط الحالي على مستوى المنطقة مصطلحات غير موحّدة كما أن مكان كلي النوعين غير موحّد حسب استنتاجات المخططين (أي أهداف وأسس التنظيم). في بافاريا وهيسن وماكلين بورغ – فوربومرن وسارلاند وتورنجن يحتوي قانون التخطيط أسس التنظيم (على مستوى المقاطعة)، بينما يتم وضع أهداف التنظيم حسب منطقة المقاطعة في برنامج وخطة تطويرلهذه المقاطعة أو برنامج تنظيم المقاطعة وفي بادن فورتن بورغ وراينلاند بفلاذ واساكسونيا – وساكسونيا – آنهالت توجد أسس وأهداف التنظيم حسب موقع المقاطعة في خطة التطوير وفي برنامج تطويرها.

لقد صاغ Schleswig - Holstein أسس وأهداف التنظيم في قانون خاص حسب موقع المقاطعة وخطة التنظيم العامة لها. في مقاطعة نورد هايين – فيست فالن يحتوي برنامج تطوير المقاطعة أسساً وأهدافاً عامة للتنظيم تدقق من خلال أهداف محددة للتنظيم في خطط تطوير المقاطعة. وبشكل آخر تتبع أيضاً مقاطعة نيدرساكسن هذا النموذج. وبشكل مشابه يحتوي برنامج تطوير مقاطعة براندبنورغ ومنطقة برلين أسساً وأهدافاً واسعة للتنظيم تحدد خطط تطوير المقاطعة.

وتتمايز الأشكال الحقوقية للخطط المختلفة، وتوضع أسس التنظيم بغض النظر عن موقعها النظامي في الشكل المفصّل (قانون تخطيط المقاطعة، خطة تطوير المقاطعة وبرنامج تطوير المقاطعة) غالباً من خلال قانون برلماني، وبالنسبة إلى الخطط التي تحتوي على أهداف التنظيم لمنطقة المقاطعة، يتم إقرارها بحيث أنه يتم إقرار كامل الأهداف الواردة في التنظيم الموجودة في الخطة أو جزءاً منها كأوامر إدارية (قانون للتفصيلات: KREBS, 1999).

وبغض النظر عن هيكلية قانون التخطيط من الناحية القانونية المختلفة للمقاطعة فإن وزراء التخطيط كانوا متفقين بأن التعاون الذي يتجاوز المقاطعات والحدود ضروري في مجال الحماية الاحتياطية من الفيضان، ويطمحون في الخطط التنظيمية المستقبلية للمقاطعات إلى توضيح مناطق الغمر وإبقائها بدون استثمار وتوسيعها وبذلك يجب أن تتأمن حماية مناطق الغمر – خاصة عند كونها لا تزال غير محمية حسب قانون المياه – وتوضع خارج الاستغلال وخصوصاً عند استمرار استخدامها بكثرة لغايات السكن (منع الاستمرار في زيادة سوء حالتها) وباعتبار أن مناطق الغمر اليوم تصبح دوما أقل مما كانت عليه أصلاً، كذلك يجب أن تضاف أجزاء مناسبة لمناطق الغمر الأصلية إلى مناطق الغمر المحددة بحسب الخطة الموضوعة.

وهنا يجب أن تتحقق الشروط المخطط لها للحصول على مجالات تصريف إضافية للفيضان وكذلك حجوم تخزين إضافية من خلال إبعاد السدات نحو الخلف بعيداً عن النهر أو بناء المنشآت النهرية إلى الخلف (تحسين وضع المجرى) وفي المستقبل يجب أن تعطى ضمن مناطق الغمر المحددة وفق التنظيم المقترح في مناطق الغمر الحالية الأهمية للحماية من الفيضان والأفضلية قبل المتطلبات الأخرى المعاكسة لها (LÜERS, 1999) وبخلاف تثبيت مناطق الغمر بحسب قانون المياه وبحسب المادة WHG 32 (انظر الفقرة 11-1-5) يمكن أن يتجاوز

التمثيل الموضوع بحسب خطط المقاطعة لمناطق الغمر في بعض الأماكن، عن طريق الحماية الوقائية من الفيضان بالإضافة إلى الاسترجاع السريع نسبياً لحجوم التخزين والتصريف بالتنسيق مع السلطات (LÜERS, 1999).

2.1.11 الحماية من الفيضان وتخطيط إدارة المنشآت

عندما يكون التنظيم والتخطيط على مستوى المقاطعة ملزما للسلطات يكون التخطيط لإدارة المنشآت بالمقابل ملزماً لأي شخص، كمركز وصل، تقوم هنا المادة 4 الفقرة 1 الجملة ROG 1 والمادة 1 الفقرة 4 قسم المنشآت من كتاب القانون (GB (Gesetzbuch. حسب هذه التعليمات يجب أن تحترم سلطات المناطق أهداف التنظيم والتخطيط على مستوى المقاطعة وكذلك يجب أن يتلاءم مخطط إدارة المنشآت مع هذه الأهداف والتخطيط على مستوى المقاطعة. إن خطط إدارة المنشآت التـــي تصطدم مع الأهداف الملزمة للتنظيم والتخطيط على مستوى المقاطعة باطلة لا يعمل بها (BUERWG, 1992; KRAUTZBERGER, 1998). ويجب أن يتم التمييز أثناء تخطيط إدارة المنشآت بين خطة استخدام المساحات وخطة البناء الجدول (3-11).

الجدول 3.11: تمييز خطة استخدام المساحات/خطة الإنشاء

	المحتوى / مجال التنظيم	التنظيم القانوني
خطة استخدام المساحات (خطة إدارة المنشأ المحضرة)	تنظيم لكامل البلدية نوع استخدام التربة.	المادة 5 من كتاب قانون البناء Bau GB
خطة الإنشاء (خطة إدارة المنشآت الملزمة)	يجب تطوير خطة استغلال المساحات إقرار ما هو ملزم قانونيا لتنظيم البناء في المدينة. لأجل مناطق جزئية من منطقة البلدية.	المادة 8 من كتاب قانون البناء Bau GB

تضع خطة استغلال المساحات إطاراً ملزماً لتخطيط إدارة المنشآت، وتحتوي هذه الخطة على مشروع استخدام التربة لكامل منطقة البلدية وبشكل خاص لاتخاذ القرار الأساسي الذي يبين المساحات المخصصة للبناء وتلك غير المخصصة في منطقة البلدية، علاوة على ذلك تكون خطة استخدام المساحات هي الخطة التـــي تطبق على مستوى المنطقة حيث يتم

في هذا المستوى استخلاص المعطيات الأكثر شمولاً من المنطقة عبر أهداف التنظيم وخطة المقاطعة ومن خلال الخطط التخصصية الأوسع شمولاً من المنطقة والاستمرار في تدقيقها يجب تطوير خطط الإنشاء المنفردة من خطة استغلال المساحات التـــي تحتوي على الأوامر الملزمة قانونيا لتنظيم البناء في المدينة ووضعت التعليمات العامة والأسس لخطة إدارة المنشآت في المواد من 1 وإلى 4 من كتاب قانون البناء (Bau GB). وتصلح لخطة استغلال المساحات ولخطة البناء. حسب المادة 1 الفقرة 5 الصفحة 1 من كتاب قانون البناء (Bau GB) يجب أن تضمن خطط إدارة المنشآت تطوراً دائماً لبناء المدينة وبشكل شامل صحة استغلال التربة المناسب للعدالة الاجتماعية وتساهم لذلك في تأمين البيئة اللائقة للبشر وحماية أسس الحياة الطبيعية وتطويرها، وهذا العرض يدعم أيضاً نقاش المخططين حول أخطار الفيضانات (STICH, 1995, LÜERS, 1999)، كما وتصلح الواجبات المعروفة حسب المادة 1 الفقرة 5 الجملة 2 رقم 1 و7 من كتاب قانون البناء (Bau GB).

وحسب الرقم 1 من التعليمات يجب مراعاة المتطلبات الصحية لظروف السكن والعمل وأمان السكان في سكنهم وعملهم، وحسب الرقم 7 بموجب المادة 1 a من قانون البناء GB يجب مراعاة أهمية حماية البيئة و من خلال استخدام الطاقات المتجددة وأهمية حماية الطبيعة والعناية بطبيعة المنطقة وبشكل خاص الموازنة الطبيعية والمياه وكذلك الهواء والتربة بالإضافة إلى مخزون الخامات والمناخ، و تمثل هذه الأمور حاجة ملحة للتعامل بشكل مخطط مع الحماية من الفيضان.

ولاستكمال اختصاص السلطات التـــي تتعامل مع المياه يمكن أن تضع البلديات في إطار تخطيط إدارة البناء رســـومات ومخططات متعـــددة وحدوداً للحمايـــة من الفيضان (KOTULLA, 1995; MITSCHANG, 1996 a and 1996 b)، ونظراً لأن التخزين الطبيعي لمياه الهطول له أهمية من حيث مساحته لأجل نشأة وحجم الفيضان يأخذ بند حماية التربة الذي أدخل في كتاب قانون البناء عام 1998 في المادة 1a الفقرة 1 (Bau GB) أهمية خاصة، وهنا يجب أن يتم التعامل مع الأراضي والتربة بعناية وبعدم إسراف ولذلك يجب الحد من تثبيت وتكتيم التربة إلا في بعض المواقع الضرورية.

إن الواجبات المشروحة سابقاً لتبيان أهمية الحماية من الفيضان في تخطيط إدارة المنشآت

للبلديات لا تؤدي بالطبع إلى إعطاء الحماية من الفيضان الأولوية على المواضيع الهامة الأخرى الواجب مراعاها. وتقرر البلدية حسب المادة 1 الفقرة 6 من (Bau GB) في إطار قرار الموازنة ما هي أهمية وقيمة الحماية من الفيضان في خطة إدارة المنشآت. إن مجال العمل وحجمه المخطط لهما من قبل البلدية يرتبط وبشكل أساسي بالسؤال هل يتم التوجه لتجنب أخطار محددة تنجم عن الفيضان في منطقة البلدية أو هل المقصود اتخاذ احتياطات أمان عامة بغض النظر عن أخطار محددة يمكن أن تنجم في منطقة البلدية. يكون مجال العمل قد حدد بشكل كبير في مجال الحماية المحددة من الفيضان على سبيل المثال في الوضع الجديد لمنطقة سكنية يمكن أن تتعرّض للفيضان. وبالمقابل يوجد في التأمين العام من أخطار الفيضان على سبيل المثال في تجنب أعمال التكتيم غير الضرورية لسطح الأرض أو في تنظيم تسرب ماء المطر إلى باطن الأرض اهتمام كاف في التخطيط (LÜERS , 1999).

والأمر الحاسم في قرار الموازنة الصحيح والمناسب هو تحديد أخطار فيضان ممكنة وإجراءات حماية أثناء تجميع مواد الموازنة والمقارنة باستخدام جميع المصادر الممكن الوصول إليها بكلفة مقبولة وبمشاركة للخبرات، ويجب أن تقيّم أخطار الفيضان وإجراءات الحماية بالنظر إلى أهميتها لتخطيط البناء في المدينة وبمراعاة الوزن الناتج بعد ذلك لأجل تطوير البناء في المدينة في قرار الموازنة (LÜERS , 1999).

1.2.1.11 الحماية من الفيضان في خطة استخدام المساحات

أثناء وضع أو تغيير خطة استخدام المساحات يصدر القرار الأولي من أجل فقدان أو تأمين مناطق الغمر ومن أجل السماح أو تجنب متابعة البناء في المناطق المهددة بالفيضان، وتؤخذ الحماية من الفيضان بالاعتبار في مخطط استثمار المساحات قبل كل شيء من خلال الوصف أو التمثيل الخاص لمساحات محددة الجدول (11-4).

2.2.1.11 الحماية من الفيضان في تخطيط المنشآت

في مجال تخطيط المنشآت الملزم يجب التمييز بين أعمال التحديد التـــي تخص مباشرة الحماية من الفيضان وتلك التـــي يجب أن تساهم أولا بشكل غير مباشر أو بشكل احتياطي بتخفيض أخطار الفيضان. بينما يمكن أن تعمل الحماية المباشرة من الفيضان من خلال تحديد المساحات لمنشآت الحماية من الفيضان، يساعد التامين العام من الفيضان خاصة من خلال

وضع الحدود لتكتيم التربة وتسريب ماء المطر (الجدول 11-5).

الجدول 4.11: مراعاة الحماية منن الفيضان في خطة استغلال المساحات

إمكانية التمثيل الخاص في خطة استغلال المساحات	المساحات التـي تترك حرة بموجب الاهتمام بالحماية من الفيضان وتنظيم تصريف المياه (مثلا المساحات للسدات والسدود والقنوات الترابية المكشوفة ومناطق تصريف الفيضان)	المادة 5 الفقرة 2 رقم 7 من (Bau GB)
في خطة استغلال المساحات يجب أن تعلّم	المساحات والتـي بموجبها تكون اجراءات الحماية الإنشائية الخاصة ضد قوى الطبيعة ضرورية.	المادة 5 الفقرة 3 رقم 1 من (Bau GB)
النقل الاخباري في خطة استغلال المساحات	مناطق الغمر التقريبية حسب قانون المياه.	المادة 5 الفقرة 4 من (Bau GB)

ومقابل التنظيم القانونـي السابق الذي بموجبه كان تحديد منشآت الحماية من الفيضان مقبولاً، طالما أنه لم يكن موضوعاً حسب التعليمات الأخرى الملزمة، و لم يعد هذا التحفظ حسب كتاب قانون البناء موجودا في الطبعة الناظمة الصادرة اعتبارا من 1 يناير 1998. وبنفس الدرجة يجب الانتباه إلى أن المساحات لمنشآت الحماية من الفيضان وبشكل خاص لأجل السدات وأحواض التخزين يجب أن يوافق عليها بشكل اعتيادي في طريقة التحقق من الخطة. في هذه الحالات يمكن استخدام المادة 38 من (Bau GB) (SCHRÖDTER, 1998).

الجدول 5.11: الحماية من الفيضان من خلال التحديد والتثبت في خطة البناء

تحديد المساحات في خطة البناء	المساحات في منشآت الحماية من الفيضان ولأجل تنظيم تصريف الماء	المادة 9 الفقرة 1 رقم 16 من GB (Bau)
تحديد المساحات في خطة البناء لوضع حد لتكتيم التربة.	المساحات التـي منع البناء فيها تحديد الإجراءات للاستنبات والتشجير	المادة 9 الفقرة 1 رقم 10 من GB (Bau) المادة 9 الفقرة 1 رقم 20 من GB (Bau) المادة 9 الفقرة 1 رقم 25 a من GB (Bau) المادة 9 الفقرة 1 رقم 25 b من GB (Bau)
الوصف الخاص (التعليم الخاص)	المساحات التـي ضمنها يكون ضروريا وجود اجراءات حماية إنشائية خاصة ضد قوى الطبيعة.	المادة 9 الفقرة 5 من (Bau GB)
النقل الإخباري في خطة البناء	مناطق الغمر التقريبية حسب قانون المياه.	المادة 9 الفقرة 6 من (Bau GB)

وضع الحدود لتكتيم التربة

إن الإمكانيات القانونية المتوفرة للبلدية لوضع ضوابط وحدود لمناطق تكتيم التربة متعددة، فحسب المادة 9 والفقرة 1 رقم 10 من قانون البناء (Bau GB) يمكن تحديد المساحات في خطة البناء والتـــي يجب أن تبقى خالية من البناء ويمكن أن ينظم استخدامها حسب هذه التعليمات. تحت هذه التعليمات تنضوي توجيهات للحد من تكتيم التربة على العقارات من خلال تحديد المساحات غير المعدة للبناء بالعلاقة مع وضع أسس للاستغلال في البناء والتـــي تحدد الجزء الأعظمي المسموح البناء فيه، إن المحافظة على المناطق غير القابلة للبناء فوقها يمكن أن تتم من خلال تحديد إضافي لإجراءات الحماية والعناية وتطوير الطبيعة وسطح الأرض، (المادة 9 الفقرة 1 رقم Bau GB 20) لعمليات الاستنبات (المادة 9 الفقرة 1 رقم Bau GB 25a) ولربط عمليات الاستنبات (المادة 9 الفقرة 1 رقم Bau GB 25b). إن تحديد المساحات حسب القانون رقم 20 يمكن أن يؤدي إلى نتائج غير مريحة للمالكين وذلك بالحد من قدرتهم على الاستفادة من هذه العقارات، وعندما لا يحدد العقار الموجود في ملكية البلدية كمساحة معدة للبناء حسب القانون رقم 20 يمكن للمالك بحسب قرار المحكمة الاتحادية وبشروط المادة 40 الفقرة 1 رقم 14 والفقرة 2 من (Bau GB) رفع طلب لاسترجاع العقار من البلدية طالما أنه يملك الرغبة في ذلك (BGH, 1997; SCHRÖDTER, 1998).

طالما لا تتوافق المنشأة أو المساحة التـــي جرى عليها التكتيم مع أشكال التحديد التـــي أقرت بحسب خطة البناء تستطيع البلدية إجبار المالك لاتخاذ اجراءات إزالة التكتيم المناسبة بحسب المادة 179 من القانون (Bau GB) ولذلك يجب هنا أن تتم حسب المادة 179 الفقرة 1 الصفحة 2 من القانون (Bau GB) معالجة المساحات التـــي لم تعد مستخدمة وقد تم البناء فوقها أو تكتيمها. ويمكن الانطلاق بشكل دائم من المساحات غير المستخدمة على الأقل منذ ثلاث سنوات ولا تصلح للاستخدام في الزمن اللاحق (KÖHLER, 1998) ويجب أن يؤدي الإنشاء الموجود أو عملية التكتيم بالإضافة إلى ذلك إلى الإضرار بالتربة ومن ثم يجب أن نتفهم الإعاقة الناجمة لعملية تسرّب وأخذ الماء أو الهواء من التربة. ونتيجة لعملية إزالة الكتامة يجب أن يؤخذ في الحسبان تكاليف أخرى، أي يجب على البلدية أن تقوم بإزالة البناء أو إزالة

الكتامة على نفقتها الخاصة أو تقوم بإسناد الأمر إلى جهة أخرى (KÖHLER,1998)، قارن درجة الجهد المبذول لإزالة الكتامة وحماية التربة الفقرة 11-1-6) أيضاً.

إقرار واجب تسريب مياه المطر

تستطيع البلدية أيضا بحسب المادة 9 الفقرة 1 رقم 20 من القانون (Bau GB) في خطة البناء أن تصف وتحدد عملية تسريب مياه المطر، ويجب أن يميّز هنا فنيا بين تسريب مركزي وغير مركزي وشبيه بالمركزي (MITSCHANG, 1996) وإلى ذلك يمكن أن يعتبر التسريب كتسريب على نطاق مساحي وكتسريب في الوديان وكتسريب إقليمي أو كتسريب في الآبار.

في إطار الموازنة يجب أن يحدد هل يمكن لطبقات الأساس بسبب مواصفاقما الجيولوجية بالمقارنة مع المساحات المجهدة بالبناء أن تستوعب ماء المطر وخلال فترات المطر الطويلة أو في حالات المطر الشديد، ويماثل ذلك مقدار الحجز المخطط له، في العادة يجب تحديد تسريب مساحي ما، بحيث يستطيع المالك وحسب مسؤوليته الخاصة أن يقرر على أي المساحات من عقاره يجمع ماء المطر ويقوم بتسريبه وعندما تحتوي طبقات التأسيس على طبقات نفوذة للماء يمكن أن يتم أيضاً في مناطق المدينة المأهولة تسريب عمودي للمياه عن طريق الآبار ويجب أن تذكر الشروط المتعلقة بذلك في خطة الإنشاء بشكل واضح وأن يوضح تعليل ذلك بحيث يستطيع المهندسون المهتمون تقدير أي كلفة سيتحملونها أو يخططون لها (SCHRÖDTER, 1998).

لقد قامت بعض مقاطعات الاتحاد في إطار قوانين المياه الناظمة في هذه المقاطعات بتحويل البلديات ومن خلال لوائح المناطق لوضع ضوابط لكيفية تسريب مياه الهطول وكيفية إزالة التكتيم أو أسلوب تصريفها إلى المجاري المائية، يمكن أن تؤخذ هذه الضوابط القانونية الخاصة بالمنطقة في هذه المقاطعات كقرارات في خطة البناء بحسب المادة 9 الفقرة 4 (Bau GB) (قارن الفقرة 11-1-5 للحصول على معطيات عن تسريب مياه المطر غير المركزي في قوانين المياه في المقاطعة).

3.1.11 الحماية من الفيضان في قانون تنظيم البناء

يكون قانون تنظيم البناء منسوباً إلى نوع المنشأ ومختلفا عن قانون تخطيط البناء الموضوع مساحياً وينظّم متطلبات قانون التنظيم لمنشأ محدد، ويخدم هذا القانون لمنع الأخطار ومن جهة أخرى للوقاية من التخريب وتحقيق مطالب اجتماعية وتأمين مستوى قياسي إيكولوجي، إن الأسس القانونية لقانون تنظيم البناء تتواجد في قوانين تنظيم البناء للاتحاد الألمانـــي (قانون البناء للمقاطعات).

1.3.1.11 الحماية من الفيضان على أساس الشروط العامة لقانون تنظيم البناء

توجد في جميع مقاطعات الاتحاد وحسب التصميم النموذجي لقوانين البناء في المقاطعات (MBO) – في قانون البناء لكل مقاطعة بنود عامة واستناداً إليها يجب أن تنظم المنشآت وتنفذ وتغير ويتم المحافظة عليها، وبحيث لا يتضرر الأمان العام والنظام وبشكل خاص الحياة والصحة وأسس الحياة الطبيعية (المادة 3 الفقرة 1 MBO). واستناداً إلى هذه البنود الحقوقية العامة لتنظيم البناء يمكن أن تصدر أثناء وضع الشروط التنفيذية متطلبات وتطبيقات مختلفة، وهكذا يمكن على سبيل المثال أن توضع أوزان فوق خزانات الوقود الموجودة في الأقبية، علاوة على ذلك يبدو ممكناً وضع مخرج اضطراري أمين في حالة الفيضان على الأقل في الأبنية المعدة للإيجار من خلال الشروط العامة (LÜERS, 1999).

2.3.1.11 بنود دعم لإجراءات الحماية من الفيضان

إلى جانب ذلك تحتوي قوانين البناء للمقاطعة تعليمات خاصة يمكن بموجبها أن تتخذ حماية من الفيضان بمراعاة المعطيات المحلية، وحسب المادة 16 MBO يجب أن تصمم منشآت إنشائية وتنفذ وتصان بحيث لا يمكن أن تتعرّض لأخطار أو لأضرار غير محمودة العواقب من خلال المياه. في إطار الحصول على موافقة البناء يمكن أن تتوفر أحمال من النوع الهيكلي مثل الجدران الحاجزة والطبقات المضغوطة أو أحواض التكتيم (LÜERS, 1999). وبالتأكيد لا يكون كل ضرر أو إزعاج ناجم حسب هذه التعليمات مهماً من وجهة نظر قانون تنظيم البناء، وعندما تظهر أخطار على الاستقرار أو أخطار مباشرة على الحياة أو الإزعاجات غير المحبذّة يمكن عندئذ الانطلاق من واقعة مهمة ترتبط بقانون تنظيم البناء

.(BOEDDINGHANS and HAHN, 1999)

إلى ذلك توجد تعليمات في قانون البناء على مستوى المقاطعة عن إزالة التكتيم في العقارات وحسب المادة 9 الفقرة 1 من MBO يجب أن نقوم بتحويل المساحات غير المبنية في العقارات المعدة للبناء إلى حدائق والعمل على صيانتها طالما أن هذه المساحات ليست ضرورية لاستخدامات أخرى. تمثل التعليمات التـــي وضعها (LÜERS, 1999) دعما لسلطات المراقبة على المستويات الدنيا أثناء عملها للحالات الآتية:

- لأجل المستقبل يمكن أن تعطى موافقة أعمال التكتيم مع الموافقات الخاصة بالبناء للكميات التـــي تتجاوز الكميات المطلوبة لاستخدام آخر.
- يمكن أن تخفّض مساحات التكتيم الموجودة طالما أنها غير منفّذة لحماية الحالة الراهنة (الاستقرار) وطالما أن التكتيم ليس ضرورياً لاستخدام آخر.

3.3.1.11 إمكانية وواجب تسريب مياه الأمطار حسب قانون تنظيم البناء

إلى جانب ذلك تلعب إمكانية تسريب مياه الهطول دوراً متزايداً في قانون تنظيم البناء. بينما تعالج قوانين البناء القديمة تصريف ماء الهطول مثل تصريف مياه الصرف الصحي بدون البت في الأسئلة المتعلقة بالتسرب بشكل أكثر دقة، تحاول قوانين البناء الجديدة إعطاء السلطات التـــي تمنح تراخيص البناء أداة بيدها، بحيث يتأمن تسريب ماء الهطول أيضاً على مستوى قانون تنظيم البناء بواسطة أمر تسريب عام أو تعليمات بناء محلية.

إجراءات التسريب في حالة حرية المعالجة لأصحاب البناء

طالما أن تنظيم الأبنية لا يحتوي على أية معطيات عن الصرف الصحي وبالتالي أيضاً عن تصريف مياه الهطول يمكن أن يقرر صاحب البناء عادة أي نوع من تصريف الهطول يختار ،ومن الطبيعي يجب أن يكون هنا تصريف مياه الهطول مستمراً على الدوام من وجهة النظر التقنية والقانونية.

ومن وجهة النظر التقنية يكون تسريب مياه الهطول مضموناً تماماً عندما لا تستطيع أية مواد تضر بالمياه الوصول إلى المياه الجوفية. وبالنظر إلى تصميم أبعاد المنشأة تتم المحافظة على القواعد والأسس العامة المعترف بها للتقنية المستخدمة بموجب ورقة العمل ATV A128

.(GRUBER, 1997)

ومن وجهة النظر القانونية من الضروري السماح بتسريب مياه المطر وأن تسمح أنظمة الصرف في البلدية بالتسريب وأن تكون منشآت التسريب موجودة في عقار البناء نفسه أو مناسبة قانونيا لعقار البناء بشكل دائم. ويمكن أن تتم بطرق قانونية مدنية (الدفاع المدنـــي) – من خلال تقديم طلب إلى السلطات المسؤولة عن الخدمات الأساسية – لتحسين تصريف العقار المعد للبناء أصلاً أو يتم أيضاً من خلال طلب عام وقانونـــي لمشكلة زيادة حمولة للبناء طالما أن قانون المقاطعة يسمح بهذه الإمكانية.

الإجراءات المتخذة خلال عملية التسريب وفق قانون تنظيم البناء

كما قوانين المياه في المقاطعة (انظر هنا أيضاً الفقرة 11-1-5-4) ترى أنظمة البناء لبعض المقاطعات ضرورة تسريب مياه الهطول وفق قانون تنظيم البناء، شبيه بذلك موجود في المادة 42 الفقرة 2 من HeBO:

"إن ماء الهطول الذي يجري من الأسطحة وذلك الذي يسقط على العقار يجب أن يجمع ويستخدم أو يتم تسريبه إلى باطن الأرض".

إن هذا التسريب لا يوجد أساساً عندما توجد أفكار تتعلق باقتصاد المياه أو أفكار صحية ضد التسريب أو التخوف من أن العقارات الواقعة في مناطق منخفضة ربما تغمر وهذه الهواجس لا يمكن التخلي عنها من خلال الاحتياطات الهندسية المشجعة (GRUBER, 1997).

بالرجوع إلى المشكلة المشروحة سابقاً لوضع ضوابط لترتيب عملية التسريب من خلال خطة البناء اتخذت مقاطعة نيدر ساكسن قراراً بإيجاد الإمكانية للوصول إلى ترتيبات التسريب بشكل تعليمات البناء المحلية والتـــي يمكن أن تنجز كجزء من خطط البناء، وفي هذا المجال تم لاحقاً ضمان صياغة ضرورة التسريب حسب المعطيات المحلية للحجوم الصغيرة. وحسب المادة 56 الفقرة 1 رقم 7 Nds – Bau O يكون بإمكان المناطق أن يشرّعوا ولأسباب إيكولوجية عملية التسريب والاستمطار أو التكتيم لمياه الهطول فوق عقارات البناء لأجزاء محددة في منطقة البلدية. تخضع هذه الإجراءات لشرط عدم التعارض مع وجهة نظر اقتصاد المياه أو مع وجهة نظر صحية وأن توضع ضوابط لإمكانيات استثنائية لتوجب التسريب .(GRUBER, 1997)

4.1.11 الحماية من الفيضان ومنشآت النقل

كما هو الحال في تنظيم وتخطيط إدارة المنشآت يمكن في التخطيط التخصصي المحلي أن تؤدي مراعاة ما هو معطى ومعروض للحماية من الفيضان إلى تخفيض الأخطار الناجمة عن الفيضان. في المنطقة المأهولة يجب أيضاً أثناء بناء منشآت النقل مراعاة أهمية الحماية من الفيضان المناسبة وكأشكال تخطيط تقديرية للنقل نرى أهمية ما يلي:

- تشييد الطرق المائية الاتحادية حسب المادة 12 من WaStrG (قانون الطرق المائية الاتحادية).
- تخطيط الشوارع البعيدة حسب المادة 16 من FStrG (القانون الاتحادي للطرق الطويلة) وقوانين الشوارع للمقاطعات.
- تخطيط السكك الحديدية حسب المادة 18 من AEG (قانون السكك الحديدية العام).

ومن الطبيعي أن تتخذ القرارات الأساسية لتخطيط منشآت النقل في حالات نادرة على مستوى محلي، وفي أثناء التخطيط على مستوى غير محلي يجب أن تراعى تأثيرات تخطيط النقل على أخطار الفيضان في المناطق المأهولة. وبشكل أساسي يتم اتخاذ القرار عن مدى صلاحية تشييد طريق ما بأسلوب تثبيت الخطة (انظر المادة 16 من FStrG 6). في إطار طريقة تثبيت الخطة يجب الأخذ بالاعتبار تأثير طرق النقل على أهمية اقتصاد المياه وعلى حالة المجاري المائية العامة تقريبا وعلى ارتفاعات الفيضان وعلى حالات الماء المؤثرة على الفيضان، وهنا يجب أن نفكر أثناء تثبيت الخطة حسب المادة FStrG 16 بتأثير حجز الماء بسبب الطريق في منطقة غمر مجرى مائي ما (WAHL, 1999).

تمثل مراعاة الحماية من الفيضان في إطار طريقة تثبيت الخطة في العادة جانباً هاماً واحداً فقط من عدة جوانب هامة للموازنة، طالما أن المتطلبات القانونية للطريقة قد تم الأخذ بها وأيضاً الفحص UVP وربط الخطط الموجودة (مثل خطة طرق النقل الاتحادية، وطرق التنظيم المحلي وتخطيط وتحديد الخطوط حسب المادة 13 من WaStrG أو المادة 16 من FStrG) فان تبرير الخطة المقصودة موجود، وطالما أن التعليمات القانونية الملزمة (حدود التخطيط) لا تقف ضد ذلك يجب أن نوازن ما هو هام أثناء المراعاة مقابل بعضها البعض، وطالما تتم هنا المحافظة على متطلبات ونتيجة وجاهزية الموازنة وعلى تجميع مواد الموازنة (أهمية رفع مستوى الموازنة)

وعلى التثقيل والموازنة المحتواة يكون إنجاز أمر الموازنة قد تم بشكل كاف. تملك سلطات تثبيت الخطة مجالاً واسعاً للموازنة.

عندما تكون أهمية الحماية من الفيضان قد أخذت بالاعتبار في إطار وضع الخطة يجب أن يكون صالحاً عند ذلك، كما تبين من الفصل السابق، أنه توجد لتنفيذ الحماية من الفيضان تصاميم مختلفة جداً وطيفاً عريضاً وواسعاً من الوسائل المادية، وهكذا على سبيل المثال يجب أن نأخذ نصف قطر الدائرة الكبير جداً والذي ضمنه نتبيّن تأثيرات تحسين المجرى المائي عند الجزء العلوي للنهر على حالة الفيضان في الجزء الأدنـــى البعيد جداً، إن الوسائل متعددة جداً لدرء أخطار الفيضان الناشئة، وبشكل ملزم ومحدد تكون مراعاة الحماية من الفيضان فقط من وجهة نظر "هل". ويبقى اتخاذ القرار "كيف" مفتوحاً ويكون أداة لقرار مختار .بموجب تصاميم متعددة للحماية من الفيضان (انظر لذلك الفصل السابع)، إن مطلباً مشتقاً ومرتبطاً بعجلة الموازنة غير ممكن أخذه من التعليمات القانونية بهذا الشكل (WAHL, 1999).

لكن يصلح وبشكل مختلف في الحالات التـــي يؤدي فيها تشييد طريق ما للنقل إلى خطر محدد للفيضان والذي يمكن ألا يغطى من خلال الرسوم أو التعويضات وهكذا على سبيل المثال لا يتم النصح بخطة تحسين أو إنشاء طريق مائي اتحادي حسب المادة 18 من WaStrG. ينصح بإلغاء خطة تحسين أو إنشاء طريق جديد عندما يتم توقع حدوث ضرر عام من جراء هذه المنشآت والذي لا يمكن تغطيته بالضرائب أو التعويض عنه، وباعتبار أن الحماية من الفيضان هي جزء من تحسين مستوى الشعور بالطمأنينة لكافة الناس، هنا يكمن سبب الإلغاء الملزم لهذه المشاريع عندما تتضرر منشآت الحماية من الفيضان بدون توفر إمكانية تغطية ذلك بالضرائب أو الرسوم (WAHL, 1999). إن الفكرة الأساسية لمنطق الموازنة هو الذي يقول أن الموازنة لمصلحة أو لعدة أنواع من المصالح التـــي تواجه أخطار موجة الفيضان .(WAHL, 1982)

وطالما أنه تنتج ضرورات تغيير بعد بناء منشأة النقل مع مرور السنين استناداً إلى تغييرات الحالة أو إلى المعلومات الجديدة عن تأثيرات المنشأة، تعطي الإمكانية لاتخاذ قرار لاحق .بموجب المادة 75 الفقرة 2 الصفحة 2-4 VwVfG (قانون العمل الإداري) أو إقرار خطة التغيير. في أسلوب القرارات اللاحقة يمكن على سبيل المثال أن تنظم رسوم الحماية المناسبة

على المناطق المهددة بالفيضان، عندما لا يكون التكهن بتأثيرات الحادثة على المساحات المجاورة ممكناً، وعندما يلزم بالمقابل اتخاذ تغيير أساسي وضروري على تصميم تحسين النقل لضرورات جديدة للحماية من الفيضان. يكون هذا ممكنا في إطار إقرار التغيير وهذه لها صفة إجازة خطة كاملة جديدة بموجب إلغاء القرار القديم، مثل هذا التخطيط الجديد يمكن أن يؤدي بالطبع إلى مشاكل خاصة عندما يتطلب هذا التخطيط مساحات أكثر مما هو موجود حاليا بهدف غايات الحماية من الفيضان أو يؤدي إلى وضع حدود للملكية بشكل كبير.

5.1.11 وسائل تشريع المياه للحماية من الفيضان

إن التعليمات التشريعية فيما يتعلق بالمياه للحماية من الفيضان توجد في قانون الموازنة المائية (WHG) للاتحاد الألمانـــي، والذي صدر استناداً إلى حدود التشريع العام للقانون الاتحادي انظر الجدول (11-6) ونستطيع أن نذكر فيها التعليمات عن مناطق الغمر (المادة 32 من WHG) وعن واجب صيانة المجاري المائية والتـــي تشمل المحافظة على الحالة الموافقة للتنظيم من ناحية تصريف المياه وتحمل نفقات مهام التوازن الطبيعي (المادة 28 الفقرة 1 الفصل 1 و2 WHG) وكذلك إدارة تحسين المجرى المائي (المادة 31 WHG)، وتنظيم إنشاء السدة والمنشآت السدية للتأثير على تصريف الفيضان (المادة 31 الفقرة 2 الفصل 2 WHG)، إلى جانب ذلك يفرض واجب العناية العام بموجب المادة 1 a الفقرة 2 WHG على كل إنسان ضرورة الالتزام بالعناية الضرورية أثناء تنفيذ الإجراءات المتعلقة بالمجاري المائية *لمنع زيادة حجم الفيضان وتسارع جريان المياه.*

وأخيراً يجب تحمل نفقات إعداد خطط الاستثمار حسب المادة 366 الفقرة 1 الفصل 1 WHG أيضاً "سلوك التصريف". ومن جهة أخرى تستكمل هذه التعليمات الحقوقية الشاملة في القانون الاتحادي من خلال قانون المياه للمقاطعات. ويجب التركيز هنا بشكل خاص على الإجراءات القانونية للمقاطعات بقصد وجوب موازنة تصريف المياه من خلال تحسينات المجاري المائية والسدود وأحواض الحجز وضمان تصريف الفيضان من خلال السدات ومناطق الغمر. وفي النهاية يجب الإشارة إلى إلزام تصريف ماء المطر غير المركز والذي توضع له ضوابط بشكل متزايد في قوانين المياه للمقاطعات الألمانية.

الجدول **6.11**: فكرة عن الوسائل القانونية المائية الهامة للحماية من الفيضان

فرض العناية العام	كل شخص يتوجب عليه الأخذ بالعناية اللازمة أثناء قيامه بالإجراءات المتعلقة بالمجاري المائية لمنع زيادة حجم الفيضان وتسارع جريان المياه	المادة 1 a الفقرة 2 WHG
صيانة المجاري المائية	المحافظة على الحالة المناسبة لتنظيم تصريف المياه	المادة 28 الفقرة 1 الفصل 1 WHG
تحسين المجاري المائية	يجب المحافظة على مساحات التخزين الطبيعية ويجب ألا يتم تغيير أسلوب التصريف الطبيعي بشكل جوهري	المادة 31 الفقرة 1و4 من WHG
بناء السدات والسدود	dito	المادة 31 الفقرة 2 الفصل 2 الفقرة 4
مناطق الغمر	التحديد والحفاظ على مناطق الغمر في وظيفتها كمساحات تخزين طبيعية	المادة 32 WHG
صياغة خطط الاستثمار	أسلوب التصريف مرتبط بنفقات	المادة 36 b الفقرة 1 الفصل 1 WHG وأيضاً أعطيت من خلال EU-WRR
تصريف الأمطار	وجوب تصريف مياه الأمطار إلى أماكن قريبة	نظم في قانون المقاطعة على سبيل المثال المادة 51 a LWG NRW

1.5.1.11 تحديد مناطق الغمر

يأخذ تحديد مناطق الغمر أهمية خاصة في الحماية من الفيضان، ومناطق الغمر هي مساحات من سطح الأرض والتـــي تستوعب المياه الفائضة عن سرير المجرى المائي على الجوانب، وتصف المادة 32 الفقرة 1 الفصل 1 من قانون WHG المصطلح توضيح مجال استخدامه بشكل أفضل:

"المناطق بين المجاري المائية السطحية والسدات أو الشواطئ المرتفعة وكذلك المناطق الأخرى التـــي تغمر أثناء الفيضان أو تجرف أو التـــي يتم استخدامها لتصريف الفيضان أو حجزه".

وتشمل مناطق الغمر بعد ذلك حجوم التخزين أيضاً إلى جانب مساحات الغمر والتصريف (CZYHOWSKI, 1998).

وتحدد المقاطعات حسب المادة 32 الفقرة 1 الفصل 2 WHG "*مناطق الغمر وتضع التعليمات التـــي تخدم الحماية من أخطار الفيضان طالما أنها ضرورية لـــ:*

1. *للحفاظ أو لتحسين البنية الإيكولوجية للمجاري المائية ومساحات الغمر،*
2. *لمنع التعديلات التـــي تؤدي إلى الجرف والحت،*
3. *للحفاظ أو لاسترجاع مساحات التخزين الطبيعية،*
4. *لتنظيم وتوجيه تصريف الفيضان*".

وتم صياغة المادة 32 من WHG من خلال التعديل السادس لقانون الموازنة المائية بتجديد كامل، بحيث أن التعليمات التـــي كانت موجودة سابقاً في قانون المقاطعة لا تحقق الإطار القانونـــي الاتحادي بشكل تام، ويعطي الجدول (7-11) فكرة شاملة عن الترتيبات الموجودة لتحديد مناطق الغمر.

ويستنتج من المادة 32 WHG خصوصية تشريعية بالنسبة للمقاطعات لتحديد مناطق الغمر وإصدار تعليمات للحماية من أخطار الفيضان ولكي تكون هذه التعليمات بنفس الوقت إحدى التوجيهات الهامة للتشريع ذات العلاقة في المقاطعات، وحسب المادة 32 الفقرة 1 الفصل 2 WHG يمكن أن يسن القانون في كل منطقة تعليمات أمينة تسمح بتصريف الفيضان بدون أضرار وأيضاً بزيادة الدعم لإصدار تشريعات تفصيلية أو تعليمات إدارية، ويمكن التفكير في بعض الحالات الخاصة في منع البناء والتشجير، والتحفظ في إعطاء التراخيص لبعض المعالجات والمشاريع المحددة التـــي تضر بالتصريف وكذلك وجوب تحلّي مالكي العقارات المتضررة بالصبر وضرورة معالجة طلباتهم بخصوص العقارات المتضررة (ZEITLER, 1999).

إن تحديد مناطق الغمر يخضع لشرط الضرورة وطالما أنه يوجد أحد الشروط الواردة في المادة 32 الفقرة 1 الصفحة 2 الفصل 4-1 WHG (انظر الاقتباس السابق) يسمح بتطبيق التعليمات المناسبة، وهنا يجب مراعاة أنه حسب تقدير مشرّع القانون أثناء الوصول إلى أهداف الحماية تظهر فقط أشكال تحديد مناطق الغمر والتعليمات في إطار المادة 32 الفقرة 1 الجملة 2 WHG والتـــي لا تكون ملائمة بأية حالة للوصول إلى الحماية من الفيضان (ZEITLER, 1999). وينصح لأجـــل الوصـــول إلى الأهداف المنفردة للمـــادة 32

الفقرة 1 الفصل 2 من القانون WHG بالتفاسير الواردة في (ZYCH OWSK, 1998 و1999 ,ZEITLER).

الجدول 7.11: فكرة عن التعليمات القانونية المتعلقة بالمياه للاتحاد والمقاطعات والتـي تخص تحديد مناطق الغمر

المقاطعة	المادة 32	من قانون الموازنة المائية (WHG): مناطق الغمر
بادن فيرتنبرغ	المادة 77	التنظيم المؤقت
	المادة 78	الموافقة
	المادة 79	الأمر الإداري
	المادة 80	الحماية ضد أخطار الغمر الأخرى
بافاريا	النوع 61	مناطق الغمر
	النوع 62	تصريف الفيضان
برلين	المادة 63	التثبت من منطقة الغمر
	المادة 64	الموافقة
	المادة 65	الإجراءات الإضافية
براندنبورغ	المادة 100	تثبيت وإقرار مناطق الغمر
	المادة 101	الموافقة على التغيرات في مناطق الغمر
بريمن	المادة 91	التثبت من مناطق الغمر
	المادة 92	المحافظة على إخلاء مناطق الغمر
	المادة 93	الأوامر التنظيمية الأخرى
هامبورغ	المادة 52	مناطق الغمر
	المادة 53	التعليمات لتأمين تصريف المياه
	المادة 54	الإجراءات اللاحقة لتنظيم تصريف المياه
	المادة 55	تأسيس وتغيير منشآت الحماية من الفيضان والسدود
	المادة 56	المسؤولون عن الصيانة
	المادة 57	تعهيد أعمال الصيانة
هيسن	المادة 68	الأشرطة الشاطئية
	المادة 69	مناطق الغمر
	المادة 70	الممنوعات
	المادة 71	التحرير

	المادة 72	الإجراءات الإضافية
	المادة 110	طرق التثبيت وإقرار مناطق الغمر
	المادة 122	الفقرة 2 مناطق الغمر المثبتة حسب القانون الناظم إلى الآن
ميكلن بورغ فوربومرن	المادة 78	تثبيت وإقرار مناطق الغمر
	المادة 79	الممنوعات والموافقات
نيدرساكسن (ساكوسونيا السفلى)	المواد 91 a و b	الأشرطة الجانبية للمجرى المائي
	المادة 92	التثبت من مناطق الغمر
	المادة 93	المحافظة على مناطق الغمر خالية
	المادة 94	الأوامر التنظيمية الأخرى
نوردهايدن فيست فالن	المادة 112	التثبت من منطقة الغمر
	المادة 113	الموافقة
	المادة 114	الإجراءات الإضافية
رانيلاند - بفالس	المادة 88	مناطق الغمر
	المادة 89	الإجراءات الممنوعة
	المادة 90	الإجراءات الإضافية
سارلاند	المادة 79	التثبت من منطقة الغمر
	المادة 80	الموافقة
	المادة 81	الإجراءات الإضافية
ساكسونيا	المادة 100	مناطق الغمر
ساكس أنهالت	المادة 96	التثبت من مناطق الغمر
	المادة 97	الإبقاء على مناطق الغمر خالية
	المادة 98	الأوامر التنظيمية الأخرى
شليسفيج هولشتاين	مناطق الغمر	
	المادة 57	الموافقة
	المادة 58	الأوامر التنظيمية
	المادة 59	الأوامر الإدارية
تورنجن	المادة 80	التثبت من مناطق الغمر
	المادة 81	الموافقة في مناطق الغمر
	المادة 82	الإجراءات الإضافية في مناطق الغمر
	المادة 117	مناطق الغمر، الطرق المستخدمة

يتم التوصل إلى أشكال التحديد الأكثر دقة لمناطق الغمر من قوانين المياه الخاصة بكل مقاطعة أو تعاد إلى مصدرها وهكذا تحدد تقريباً المادة 113 الفقرة 1 من LWG NW أن الذي يريد زيادة ارتفاع سطح الأرض في مناطق الغمر أو يزيد في عمقها أو إنشاء منشآت فيها أو إحداث تغيير أو إبعاد وترحيل أجزاء منها أو زراعة أشجار أو مروج يحتاج للقيام بذلك الحصول على موافقة من السلطات المختصة.

لتأمين تصريف آمن للفيضان بدون أضرار يمكن حسب المادة LWG 114 (قانون المياه للمقاطعة) أن تحدد السلطات في نوردهاين فيست فالن (NW) من خلال أمر إداري من السلطات المختصة أنه يجب أن تؤمن موافقة عندما يراد أن تخزن مواد في مناطق الغمر أو ترسّب أو عندما ترحل أجزاء من التربة، وضمن نفس الشروط يمكن من خلال أمر إداري من السلطات المختصة أو توفير السلطات المختصة لاتخاذ قرار إزالة جميع العوائق من كل الأنواع من منطقة الغمر والمحافظة على استثمار العقارات أو تغيير هذا الاستثمار أو اتخاذ الإجراءات للسيطرة على نواتج الترسيب أو على تسوية الأماكن المجروفة، وعندما يمثل التنظيم بحسب الفصل 1 عدم ملاءمة يجب عند ذلك العمل على إزالة الأضرار حسب المادة 114 الفقرة 2 من NW LWG، وتحتوي قوانين المياه على مستوى المقاطعة تعليمات مشابهة.

في المناطق المأهولة يجب تحديد وتوضيح حدود مناطق الغمر، وكإجراءات وقائية في المناطق غير المبنية تتم مراقبة ودراسة وتحديد منطقة غمر ما، ومن الجدير ذكره أنه لتشييد مؤسسة ما بشكل قانونـــي يجب أن يترافق بحماية لاستقرارها بحيث أن تحديداً لمنطقة غمر لا يؤدي أساساً إلى ضرورة إزالة البناء.

وطالما أنه يوجد في منطقة مأهولة استخدام واستغلال للأرض والغابة يمكن أن توضع حدوداً ضد هذا الاستغلال بسهولة باعتبار أنها تحتاج إلى حماية للاستقرار، وطالما أنه يلزم اتخاذ ترتيبات أثناء استرجاع مساحات التخزين الطبيعية والتـــي تحتاج إلى متطلبات مرتفعة لاستثمار أحد العقارات للزراعة واستثمار الغابات بموجب قوانين التنظيم وفي هذا السياق تصلح المادة 32 الفقرة 1 من قانون الموازنة المائية WHG، التنظيم الوارد في المادة 19 الفقرة 4 الفصل 1 و3 من WHG. هذه المادة تنظم وجود الموازنة لوضع حدود للاستغلال الزراعي ولاستثمار الغابات في مناطق حماية المياه، وتبيّن في فصلها الثالث المشادات القضائية الممكن

حصولها أمام محاكم نظامية، هذا التنظيم للموازنة يدعو للعجب والدهشة، وباعتبار أن توازن (الرخص) الأقل كلفة ليس مطلوباً بحسب المفهوم الأساسي المعمول به إلى الآن وغير المرخّص قانونياً وإنما الهيكلية والمساعدة المعللة بسياسة اجتماعية للاقتصاد الزراعي والغابـي المتضرر، على العكس من ذلك لا يستطيع المالكون الآخرون (بغض النظر عن شدة مصابهم) الحصول على المساعدات المالية المخطط لها (تعويضاً للأضرار)، إن السؤال عن حوادث نزع ملكية محتمل من خلال ادعاءات مادية أو نزع ملكية مساحات الغمر المتضررة لأجل المصلحة العامة بغية الحماية من الفيضان في إطار حكومي يظهر أنه صعب المنال بالنسبة للمشرّع بخلاف ما هو وارد في المادة 19 الفقرة 3 WHG (BRCUER, 1999).

2.5.1.11 وجوب التعويضات الناجمة عن تصريف الفيضان

يجب الإشارة هنا إلى أن أهم الإجراءات الوقائية الأخرى لمنطقة مأهولة هي وجوب دفع التعويضات الناجمة عن تصريف الفيضان، والذي تم تشريعه في قوانين المياه على مستوى المقاطعة. تحتوي هذه القوانين على التعليمات التـي تماثل على سبيل المثال المادة 87 من NW LWG، حيث ورد في المادة 87 ما يلي:

" طالما أن المصلحة العامة وخصوصا الحفاظ على توازن الطبيعة الصحيح تتطلب التعويض عن التغييرات الضارة للتصريف في المجاري المائية من المرتبة الثانية فانه يجب أن تسوى الأضرار الناجمة عن تصريف الفيضان في الدوائر وفي المدن غير الحاوية على الدوائر من خلال إجراءات مناسبة وبشكل خاص من خلال إنشاء وتشغيل وصيانة المنشآت لحجز المجاري المائية ومن خلال أحواض التخزين، و يصلح الشيء نفسه عندما يتم تجنب تسوية الأضرار للمجرى المائي من تحسين مستمر له" .

أثناء استخدام ووضع التعليمات يجب الانتباه إلى أنها تخدم المصلحة العامة وليس الحالات الفردية، ويمكن ألا يحصل مالك العقار المتضرر أو الساكن بجوار المجرى المائي على أية تعويضات من خلال تطبيق المادة 87 LWG NW أو اللائحة التنفيذية لقوانين المياه الأخرى على مستوى المقاطعة المناسبة من دائرة ما أو مدينة خالية من الدوائر على سبيل المثال لإجراءات ضرورية لتصريف الفيضان (Bay ObLG, 1994) وبالإضافة إلى ذلك يمكن له في

حالة الإهمال لواجباته تجاه هذه الإجراءات المطالبة بتعويض عن أضرار الفيضان الناجمة من مصلحة الضمان (المادة BGB 839 النوع 34 GG) (Bay ObLG, 1989)، ومن جهة أخرى تكون التعويضات الناجمة عن تصريف الفيضان غالباً غير ممكنة على المستوى المحلي أو الدائرة.

وهكذا وجهت محكمة العدل الاتحادية في جلسة تقاض عن الأضرار لمستوى حقائق ومهام عامة لتمرير وتصريف الفيضان وموازنته، وتبين الزراعة التـــي تضررت من جراء الغمر أن البلديات المختصة قد أهملت في واجباتها في صيانة المجاري المائية، ومن وجهة نظر تنظيمية يمكن أن نركز على هذا التقصير من خلال العمل على إزالة النقص الواضح في تسوية الأضرار الناجمة عن الفيضان، واستناداً إلى أساس جيّد أشارت محكمة العدل الألمانية إلى أنه في الحالة المعالجة يمكن الوصول إلى تصريف منتظم للفيضان فقط عندما نقوم بمتابعة التخطيط وفي إطار اقتصاد المياه وتنظيم كامل للمنطقة أو كامل منطقة النهر، غير أن ذلك بقي خارج اختصاص البلديات وإمكانياتها القانونية، ولذلك قامت محكمة العدل الاتحادية بدراسة التشريع المعمول به واعتبرت الاعتداء على الملكية بجوار الأنهار غير معلل وأمرت بنـــزعه ومن نفس وجهة نظر موازنة تصريف الفيضان (التعويضات الناجمة عن تصريف الفيضان) اعتبرت مطلب المستثمرين في الزراعة في هذه المناطق غير محق، ولأسباب قانونية غير قابلة للاعتراض أو للطعن في هذه الحالة (BERUER, 1999).

3.5.1.11 تحسين المجاري المائية و منشآت السدات والسدود

توجد المعلومات القانونية الاتحادية للمجاري المائية في المادة 31 من قانون الموازنة المائية (WHG). وعدلّت هذه المادة في إطار التعديل السادس لقانون الموازنة المائية بشكل كامل بغية تحسين الحماية من الفيضان، وطالبت هذه المادة بشكل رئيسي ببقاء المجاري المائية الطبيعية وشبه الطبيعية على حالها بدون تغيير، وطالبت أيضاً بإعادة الأنهار التـــي خضعت للتغيير والتصحيح بشكل بعيد عن الحالة الطبيعية إلى شكلها الطبيعي أو شبه الطبيعي شرط ألا يلحق بالمصلحة العامة للناس أذى من ذلك. وباعتبار أن إنشاء المبانـــي والمنشآت الأخرى يصل أحياناً إلى مياه المجاري المائية في المناطق المأهولة لذلك لا يمكن إعادة هذه المجاري في هذه الأجزاء إلى وضعها الطبيعي إلا في حالات نادرة، وعند وجوب حدوث مثل

هذه الحالات يجب التقيّد بالشروط القانونية للمادة 31 الفقرة 2 من قانون الموازنة المائية (WHG) الآتية:

" يحتاج تشكيل وإزالة أو إعادة تشكيل جوهري لمجرى مائي ما أو لشاطئه للتنفيذ الذي سبق ذكره لطريقة إقرار الخطة بحسب متطلبات قانون اختبار الصلاحية البيئية، وتعالج السدات والسدود التـــي تؤثر على تصريف الفيضان في إطار عملية تحسين المجرى"

إن تأثير تصريــف الفيضان يجــب ألا يقتــرن دومــاً بالتأثير السلبــي (CZYCHOWSKI, 1998) وهي توجد على الأرجح عندما تحمي السدة أو السد (أو الإجراء الإنشائي المتخذ) من الفيضان (على سبيل المثال وضع سدات على الأجزاء السفلية من النهر) أو تمنع تصريف الفيضان (على سبيل المثال السد)، وكذلك أحواض الحجز (Hess VGH, 1990)، بشكل خاص تؤدي عملية إبعاد السدات المرحّب بها بحسب وجهة النظر البيئية والهندسية إلى الخلف بعيداً عن المجرى في المناطق المأهولة إلى مسألة صعبة في تحمّل الأضرار والتغلّب عليها وهذه غالباً تؤدي إلى إلغاء هذه الفكرة (BREUER, 1999).

4.5.1.11 التصريف غير المركزي لمياه الأمطار

في الزمن الماضي القريب اتخذت الكثير من المقاطعات الألمانية القرار الملزم بالتصريف غير المركزي لمياه الأمطار في قانون مياه المقاطعة، وهكذا على سبيل المثال يجب على جميع مالكي العقارات التـــي بنيت بعد الأول من يناير 1996 لأول مرة ورصفت أو ربطت بشبكة التصريف العامة أن يقوموا بحسب المادة 51 a من LWG NW بترشيح أو تسريب أو تصريف مياه الهطول إلى أقرب مجرى مائي طالما لا يؤدي ذلك إلي الإضرار بالمصلحة العامة، والمنشآت الضرورية لذلك يجب أن تلائم القواعد التقنية السائدة، وتستطيع سلطات النواحي إقرار القواعد التـــي تنظّم أسلوب تسريب مياه الهطول أو ترشيحها أو طريقة تصريفها إلى المجرى المائي.

وانطلاقاً من هذا الواجب يستثنـــى تصريف ماء الهطول إلى شبكة الصرف الصحي العامة بدون أن يختلط مع الماء الملوّث، وماء الهطول المصرف بحكم تخطيط شبكة الصرف النظامية المختلطة المسموح بها إلى الآن إلى محطة معالجة الصرف الصحي العامة ويستثنـــى من هذا الإجراء عندما تكون الكلفة التقنية والاقتصادية باهظة وغير مناسبة.

تولي الإدارات المحلية اهتماماً خاصاً لتحديد مدى إمكانية تصريف الهطول غير المركزي تحدد أيضاً كيفيته وفق قوانين تصدرها (BREUER, 1999). ويجب أن تقدم القواعد ناظمة المتعلقة بتقنية الصرف الصحي والتشريعات التنفيذية الوزارية مساعدات في التنفيذ الاستخدام (HUNERT et al, 1996 قارن أيضاً ATV ورقة العمل A128). وعلى الرغم ن الأسباب الموجبة المقنعة التـــي تدعو إلى ضرورة تصريف مياه الهطول يجب أن ننتبه إلى ن تسريب مياه الهطول يكون مقبولاً من ناحية المصلحة العامة فقط في شروط محددة ودقيقة، يستبعد خصوصاً في المناطق المزدحمة بالأبنية ضمن المدن. في هذه المناطق لا تتوفر عادة ساحات التسريب أو الترشيح وليس نادراً أن تشكّل زيادة المواد الضارة في ماء الهطول لجاري أو وجود هذه المواد المسبق في التربة موانع للتسريب والترشيح (MOHS and MEINERS, 1997).

6.1.11 قانون حماية التربة والحماية من الفيضان

بعد أن تم في 1 مارس 1999 وضع قانون حماية التربة – الاتحادي (BBodSchG) يمكن أن تصدر أوامر تنظيم لعملية إزالة التكتيم والعزل لكي يتم تنفيذ الحماية من الفيضان، وغاية قانون حماية التربة الاتحادي هو تأمين استمرار وظائف التربة أو إعادة تأهيلها مرة أخرى المادة 1 الفصل 1 (BBodSchG)، وانطلاقاً من أسلوب التنظيم هذا يتم وضع قيود واسعة على تطبيق قانون حماية التربة – الاتحادي، وخصوصاً يجد تطبيقاً فقط على تغيرات التربة الضارة طالما لا تنظّم التعليمات المذكورة في المادة 3 الفقرة 1 من BBodSchG التأثيرات السلبية على التربة، ويتبع للتعليمات المذكورة أيضاً تعليمات قانون تخطيط البناء وقانون تنظيم البناء (المادة 3 الفقرة 1 رقم 9 BBodSchG)، من شروط الإعلانات وينتج عدم وضع متطلبات إضافية أخرى بموجب BBodSchG على الشرعية القانونية لتخطيط وتنظيم البناء، وبالنظر إلى إزالة الكتامة تفرز ظروف المنافسة من المادة BBodSchG والمادة 179 الفقرة 1 الفصل 2 BauGB صعوبات، وتنص المادة 5 من BBodSchG على:

"طالما أن تعليمات قانون البناء لا تنظم صلاحيات السلطات، وتخوّل الحكومة الاتحادية بعد سماع الدوائر المشاركة (المادة 20) من خلال الأمر الإداري أو بموافقة المجلس الاتحادي أن

تلزم مالكي العقارات، أنه في حالة عدم استغلال المساحات لفترة طويلة والتـــي تتعارض كتامتها مع الشروط القانونية المحددة في الخطة بالمحافظة على خواص التربة ومعطائيتها بما يتناسب مع المادة 1 قدر الإمكان أو إعادة مواصفاقا الجيدة لما كانت عليه. وحتـــى موعد تطبيق الأمر الإداري بحسب الفصل 1 يمكن من خلال السلطات المختصة وحسب الفصل 1 أن تطبق الأوامر الملزمة لإزالة الكتامة، عند وجود الفصل 1 في الشروط المذكورة أعلاه".

وبشكل جزئي ينحصر استخدام المادة 5 BBodSchG على كتامات التربة كما هو مدوّن والتـــي لا تتأثر بالأبنية والمنشآت المدنية التـــي تستند أساساً إلى الملاحظة الواردة في التعليل المقدم من السلطات لمرسوم الحكومة BBodSchG. إن تحليل نص ومجال استخدام المادة 179 من Bau GB (قارن ما ورد سابقاً الفقرة 11-1-3) يؤدي بالمقابل إلى غير هذه النتيجة وأكثر من ذلك يجب الانطلاق حسب (2000) HENDLER من أنه يمكن أن تطبق المادة BBodSchG خارج مجال التطبيق لخطة بناء ما في حالة الكتامة الناتجة عن المنشآت المقامة والكتامات الأخرى. وضمن مجال التطبيق لخطة بناء ما لا تجد التعليمات القانونية لحماية التربة بعد ذلك أية تطبيق عندما تخدم بنود خطة البناء، وهنا تطبق المادة 179 الفقرة 1 من Bau GB.

وبمراعاة المادة 5 من BbodSchG يجب الملاحظة أن الحكومة الاتحادية لم تقم حتـــى الآن بأي استخدام لتفويض الأمر الإداري. إن الأوامر الإدارية الموجودة إلى الآن والمتعلقة بحماية التربة والعناصر الثقيلة في نطاق الاتحاد تم تشريعها استناداً إلى المواد 6 و8 و73 من BBodSchG ولا تحتوي أية ترتيبات لإزالة الكتامة بحسب المادة 5 من BbodSchG، وبالتالي يمكن دوماً للسلطات المختصة اتخاذ أوامر وقرارات لإزالة الكتامة بحسب قانون المقاطعة ووفق اشتراطات المادة 5 الصفحة 1 من BBodSchG، ورتبت الاختصاصات المحددة من خلال التعليمات القانونية لكل مقاطعة للأسف بشكل غير واضح وتختلف عن بعضها البعض (قارن هنا العرض الشامل من VERSTEYL, 2000).

2.11 مقاومة الفيضان (درء الفيضان)

في إطار مقاومة الفيضان يتم الانطلاق من درء الأخطار التـــي يمكن أن تنجم مباشرة

عن الفيضان الموجود أو الذي سينشأ مستقبلاً (انظر الجدول 11-1 السابق).

1.2.11 مراكز تسجيل الفيضان، مراكز الإنذار من الفيضان

في النقطة الوسط بين الوقاية من الفيضان ومقاومة الفيضان تقع مراكز تسجيل الفيضان ومراكز الإنذار من الفيضان، وتشرّع القوانين المتعلقة بالمياه في المقاطعات وجوب مراقبة أخطار المياه أو احتواء التراخيص المناسبة وبموجبها ومن خلال الأوامر الإدارية يمكن أن يتم تأسيس مراكز تسجيل وإنذار لحماية المجاري المائية من التلوث وللحماية من أخطار الفيضان (على سبيل المثال المادة 82 من قانون المياه WGRP – قارن PEINE, 1995).

2.2.11 التعليمات الحقوقية المائية الخاصة لمقاومة الفيضان

تحتوي قوانين المياه على مستوى المقاطعة حالياً تعليمات خاصة لدرء أخطار الفيضان والتـــي تخوّل من خلال التراخيص لدرء الأخطار حسب أمر إداري عام وهذا يعنـــي ذلك في المادة 123 من LWG NW:

"عندما تكون الإجراءات المؤقتة ضرورية لمنع خطر الفيضان الحالي الناجم أو من دخول الجليد أو حوادث أخرى بفعل الفيضان حيث تكون جميع البلديات ملزمة بتقديم المساعدات الضرورية حتـــى ولو كانت غير مهددة بالفيضان عند طلب هذه المساعدة من السلطات المختصة، طالما لا يسبب ذلك أضراراً ذاتية كبيرة. وعندما تكون إحدى السدات مهددة أثناء الفيضان يجب على جميع السكان في هذه المنطقة وعند الضرورة في المناطق المجاورة وعند طلب السلطات المختصة تقديم المساعدة في أعمال الحماية وتوفير أدوات العمل اللازمة ومواد الدعم ومواد البناء. ويجب أن تضمن حقوق المواطنين في المناطق المتضررة بالتعويضات الممكنة، ويجب أن تعوّض طلبات الأضرار الناشئة في المناطق المجاورة من خلال الطلبات المقدمة من السكان بشكل مشابه لما ورد في المواد 40 و41 لقانون السلطات الإدارية، وتصلح المادة 43 الفقرة 2 لقانون السلطات الإدارية كذلك، وما هو ملزم للتعويض يكون ملزما أيضا للصيانة (المادة 108)، وعندما لا يحصل أي اتفاق تصالحي تحدد السلطات الإدارية التعويض اللازم".

وتحت مصطلح خطر الفيضان تندرج أخطار الصحة أو الحياة وكذلك الممتلكات

والبضائع للسكان، إن حادثة الفيضان الموجودة بشكل مباشر يمكن أن تمثل خطراً للمياه في صيغة مادة قانونية عن طريق أمر سلطات المياه المختصة بإصدار الإجراءات المطلوب تنفيذها في الحالات المنفردة بشكل واضح ومعروف (HONERT, et. al, 1996).

3.2.11 الترتيبات الحقوقية العامة لدرء الأخطار

في هذا الموضع تم توضيح بعض الترتيبات الحقوقية في مجال مقاومة الفيضان التـــي تخدم درء الخطر (خطر المياه). كما تم إعطاء الترتيبات القانونية مرة أخرى في قوانين كثيرة وفي جزء منها بتعليمات جيدة ومفصلّة، وتوجد أغلب التعليمات في قوانين المقاطعات المختلفة بحيث تمت مراعاة خصوصية كل مقاطعة اتحادية، في الفقرات الآتية تم كمثال شرح التعليمات الأساسية لمقاطعة نوردهاين – فيست فالن (NW).

1.3.2.11 قانون الحماية من الحريق وتقديم المساعدة

في البداية تم ذكر قانون الحماية من الحريق وتقديم المساعدة المقررة في 10 فبراير 1998 (FSHG)، وحسب المادة 1 من القانون ناقشت البلديات والمناطق الظروف المحلية الفعاّلة لإطفاء الحريق المناسبة لمكافحة الحرائق وكذلك لتقديم المساعدة في حالات الحوادث وفي الحالات الاضطرارية والتـــي تحدث بسبب الحوادث الطبيعية والانفجارات والحوادث المشابهة، وحسب المادة 1 الفقرة (FSHG 3) تقود الدوائر وتنسّق العمل أثناء الحوادث في صيغة الفصل 1 والتـــي فيها تتهدد حياة وصحة الكثير من الناس أو ممتلكات مادية كثيرة، وأيضا في هذه الحالة يكون من الضروري واستنادا إلى الحاجة الماسة لتنسيق مساعدة خلفية لإدارة العمليات والتـــي لا تستطيع البلدية التابعة للدائرة أداءها (حوادث بأضرار كبيرة). كما تكون الحوادث المشابهة في المدن غير الحاوية على دوائر مسببة لأضرار كبيرة، وتحت هذا المصطلح للحوادث المسببة لأضرار كبيرة يمكن أن تندرج أيضاً الفيضانات. إن المصطلح المستخدم للكارثة في قانون الحماية من الكوارث لمقاطعة نوردهاين فيست فالن للكارثة تمت الإحاطة به أكثر في مصطلح حادثة مسببة لأضرار كبيرة، ولقد تم إيقاف العمل بقانون الحماية من الكوارث مع تفعيل القانون FSHG.

يحتوي القانون FSHG على ترتيبات وقواعد تنظيمية في بعض فصوله لفرق الإطفاء

وعمل منظمات الحرائق ومساعدة منظمات المساعدة الخاصة والوحدات الأخرى والوحدات المساندة، والإجراءات التحضيرية وتنفيذ إجراءات المقاومة والمراقبة، بينما تتم السيطرة على حوادث الضرر العادية للحياة اليومية من رجال الإطفاء في المدن غير الحاوية على دوائر والبلديات الحاوية على دوائر، يتم الاشتراط أثناء حصول حوادث مسببة لأضرار كبيرة، باستخدام رجال الإطفاء لوحدهم وبمساعدات خارجية يكون غير كاف للتمكن من مقاومة الخطر الحاصل بنجاح، ويجب أن نعمل على إدخال الوحدات المعدة والمدربة للاستخدام في حالات الضرر الكبير وكذلك المؤسسات التـــي تستطيع إدخال الوحدات التـــي تمتلك تجهيزات خاصة وضرورية للتمكن من السيطرة على حالة الخطر.

وأيضاً يحتوي FSHG على قواعد تنظيمية عن حقوق وواجبات السكان وكذلك عن تحمل النفقات، وهكذا ألزمت المادة 28 الفقرة 2 من FSHG أصحاب ومالكي العقارات والمبانـــي المتضررة (في حالات إسعافية واضطرارية عامة) بالسماح للأشخاص العاملين والمكلفين أثناء العمليات بالدخول إلى عقاراتهم ومبانيهم والعمل لمنع الأخطار وتسهيل عملهم. ويجب عليهم تنفيذ أوامر قائد العمليات بغية الوصول إلى مردود كامل للعمليات وتغطية أي امتداد لحالة الضرر وتنفيذ الإجراءات المخطط لها مثل تعزيل الساحات والمبانـــي، والذين لا يسمحون بالدخول أو العمل بموجب المادة 28 الفقرة 2 أو 3 وكذلك الذين لا يقدمون وسائل المساعدة والتنسيق أو يسهلون الاستخدام أو لتسهيل تنفيذ الإجراءات التـــي يأمر بها قائد العمليات يوجه له حسب المادة 39 من FSHG تهمة معاكسة الأوامر والتـــي يمكن أن تفرض كعقوبة مالية تصل حتـــى 50000 مارك ألمانـــي.

2.3.2.11 قانون الشرطة

واستكمالاً لذلك يجب الرجوع إلى قانون الشرطة لمقاطعة نورد هاين – فيست فالن (PolG NW) ويمكن أن تقابل مشكلة المراقبة أثناء حوادث الفيضان من خلال الأداة الشرطية الكلاسيكية للإشارات في الساحات، فحسب المادة 34 من قانون الشرطة PolG NW يمكن للشرطة منع أحد الأخطار عن شخص ما بإخراجه بصورة مؤقتة من أحد المواقع أو مؤقتاً منعه من الدخول إلى أحد الأماكن، والإخراج من أحد الأماكن للأشخاص الذين يعيقون عمل رجال الإطفاء أو أعمال المساعدة والإغاثة.

3.11 العناية اللاحقة للفيضانات

بعد انحسار موجة الفيضان تظهر الأسئلة المتعلقة بإزالة الأضرار في صلب الأعمال اللاحقة للفيضان، فمن جهة يجب التوجيه بإزالة الأوحال والمواد المجروفة، ومن جهة أخرى تكون موازنة الأضرار وطلبات التعويض عن الأضرار للأفراد غالباً محط خلاف ومشادة، وطالما أن المواد المجروفة تعيق التصريف المنظّم للمياه تكون إزالتها واجبة من أجل الصيانة بموجب قانون المياه حسب المادة 28 من WHG بالعلاقة مع تعليمات قوانين المياه للمقاطعة، وحسب قوانين مياه المقاطعات يعود واجب الصيانة بشكل صريح أيضاً إلى الإجراءات الضرورية لكي تجمع المواد المجروفة التـــي خلفّها الفيضان والتـــي تم ترسيبها بجانب الأنهار وترحيلها إلى المكبّات (قارن BREUER, 1987). ويمكن الطلب من مالك أحد العقارات أن يزيل المواد العالقة والمترسبة فوق عقاره.

وبالنظر إلى طلبات التعويض عن الأضـــرار الممكنة للمتضررين توجد فروقات (KROHN, 1999)، وتؤخذ الطلبات ضد الحكومة بالاهتمام عندما يكون الغمر ناجماً عن إجراءات غير شرعية منفذة من قبل الدولة فعندما (على سبيل المثال) يغير المجرى المائي بتقنية المنشآت المائية بشكل غير نظامي وتحصل بموجب ذلك فيضانات وحوادث غمر للجوار، يمكن أن ترفع طلبات ادعاء من السلطات الرسمية أو اتخاذ إجراءات نزع ملكية .(BGH, 1976)

وأيضاً تؤخذ الطلبات بالاهتمام عندما ينشأ الغمر من خلال تغيير في تصريف الماء الطبيعي من خلال ترخيص لمنشآت كبيرة، وهنا تؤخذ بالاهتمام على سبيل المثال الإجراءات التـــي بموجبها يتم حجز الجريان الطبيعي للماء أو تغيير اتجاهه عندما ينفذ الإجراء من إحدى الإدارات العامة بعكس القوانين المرعية المعترف بها بدون خطة مقررة يمكن أن يؤدي ذلك إلى رفع طلب تعويض (KROHN, 1999) وطالما لم تؤخذ بالاعتبار أية طلبات للتعويض عن الضرر، يمكن للفرد أن يساهم بطريقة التأمين الشخصي بحيث أنه بعد أحد الفيضانات وبعد حدوث الأضرار يمكن أن يتقدم بطلبات تعويض نظامية (انظر الفصل العاشر).

المراجع

Abbott MB (1979) Computational Hydraulics, Elements of the Theory of Free-Surface Flows, Pitman Publ, London

ACI (1971) ACI-Committee 305: Recommended practice for hot weather concreting. Proc Amer Concrete Institute 68 (1971) Nr. 7, S. 489/503

American Society of Civil Engineers (ASCE) (Hrsg) (1996) Channel Stability Assessment for Flood Control Projects, Technical Engineering and Design Guides as adapted from the US Army Corps of Engineers, No. 20, USA

American Society of Civil Engineers (ASCE) (Hrsg) (1997) Structural Design of Closure Structures for Local Flood Protection Projects, Technical Engineering and Design Guides as adapted from the US Army Corps of Engineers, No. 21, USA

Armbruster-Veneti H (1999) Über Maßnahmen gegen Bruch von Erddämmen, Wasserwirtschaft, 89. Jahrg, Heft 12/1999

ASCE (siehe American Society of Civil Engineers, New York)

ATV (s. Abwassertechnische Vereinigung eV, Hennef – *Anmerkung:* Die Abwassertechnische Vereinigung eV (ATV) und der Deutsche Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (DVWK) sind seit dem 1. Januar 2000 fusioniert. Der neue Verband führt den Namen: ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall eV. Die ATV-Veröffentlichungen können über die GFA – Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik eV, Theodor-Heuß-Allee 17, 53773 Hennef, bezogen werden.)

ATV-DVWK (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall eV Hennef – s. auch DVWK und ATV)

ATV-DVWK – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall eV, (Hrsg) (2001a) Freizeit und Erholung an Fließgewässern, ATV-DVWK Merkblatt M 603

ATV-DVWK – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall eV (Hrsg) (2001b) Volumenermittlung von Stauräumen, ATV-DVWK Schriftenreihe

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1977) Richtlinien für die Bemessung und den Betrieb von Regenrückhaltebecken, ATV-Arbeitsblatt A 117

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1992) Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, ATV-Arbeitsblatt A 128

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1994) ATV-Handbuch Planung der Kanalisation, Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1995a) ATV-Handbuch Bau und Betrieb der Kanalisation, Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1995b) Überstau und Überflutung – Definitionen und Anwendungsbereiche, ATV-Arbeitsgruppe 1.2.6, KA-Korrespondenz Abwasser, 42. Jahrg, Heft 9, S. 1597

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1998) Bauwerke in Entwässerungsanlagen (2. Entwurf), ATV-Arbeitsblatt A 241

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1999a) Geschichte der Abwasserentsorgung, Hennef

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1999b) Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, ATV-Arbeitsblatt A 166

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1999c) Regenbewirtschaftung in Siedlungsgebieten zur Angleichung an natürliche Abflußverhältnisse, Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.2.6, „Hydrologie der Stadtentwässerung" gemeinsam mit dem DVWK, KA-Korrespondenz Abwasser, 46. Jahrg, Heft 4

ATV-Abwassertechnische Vereinigung eV (Hrsg) (1999d) Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, ATV-Arbeitsblatt A 118

Baker AJ (1983) Finite Element Computational Fluid Mechanics, McGraw-Hill, New York

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg) (1995) Neue Wege in der Gewässerpflege, Informationsbericht 4/1995 des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, München

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg) (1998) Spektrum Wasser 1 – Hochwasser, München

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg) (1998) Wasserwirtschaft in Bayern, Hochwasserschutz bayerischer Städte, Heft 32, Schriftenreihe Wasserwirtschaft in Bayern

BayLfW (s. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München)

BayStMLU (s. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München)

BayObLG (1989) Urteil vom 5. Dezember 1989, Natur und Recht, S. 238

BayObLG (1994) Urteil vom 10. März 1994, BayVBl. 1994, S. 281

Bechteler W, Kulisch H, Nujić M (1992) 2d-Flooding Waves – Comparison between Experimental and Calculated Results, 3rd International Conference on Flood and Flood Management, Florence, 24–26 November 1992

Bechteler W, Günther W, Kleeberg HB (Hrsg) (1993) Simulationsmodelle zur Berechnung von Dammbrüchen und 1- bzw. 2-dimensionaler Ausbreitung der Flutwelle im Gelände, Institut für Wasserwesen, Universität der Bundeswehr München, Mitteilungsheft Nr. 48, Neubiberg

Bechteler W, Nujić M (1997) 2-D morphologische Simulation einer Flußaufweitung, Darmstädter wasserbauliches Kolloquium, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technischen Hochschule Darmstadt, Mitteilungsheft Nr. 98, Darmstadt

Bechteler W, Nujić M, Schwaller G (1997) 2-D Berechnung von Hochwasserereignissen der Salzach: Bereich Fluß-km 64,4 bis Fluß-km 3.2, Projektbericht, Institut für Wasserwesen, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg

Bechteler W, Nujić M (1998) Predicting Reservoir Sedimentation with 2d-Model FLOODSIM, Int Journal of Sediment Research, Vol. 13, No. 1

Bechteler W, Nujić M (2000) Isar-Plan München – Numerische Simulation, Wasserwirtschaft, 90. Jahrg, Heft 11

Bechteler W, Nujić M, Otto JA (1994) An Analysis of Flood Propagation using Program Package FLOODSIM, Speciality Conference on Modelling of Flood Propagation over Initially Dry Areas, 29–30 June 1994, Milan, Italy

Becker M, Braun P (1999) Regionalisierung hydrologischer Kenngrößen und -funktionen in Südbayern mittels fraktaler Ähnlichkeitseigenschaften, Universität Kaiserslautern, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, Bericht Nr. 9, S. 139–151

Beffa CJ (1994) Praktische Lösung der tiefengemittelten Flachwassergleichungen, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Mitteilung Nr. 133

Beitz W, Küttner KH (Hrsg) (1997) Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau, 19. Aufl, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

BfG (s. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz)

BfN (s. Bundesamt für Naturschutz, Bonn)

BGH (s. Bundesgerichtshof)

BGH (1976) Urteil vom 26. Februar 1976, VersR 1976, 760
BGH (1997) Urteil vom 9. Oktober1997, DVBl 1998, 34
BLAG (s. Bund-Länder-Arbeitsgruppe)
BMV (s. Bundesministerium für Verkehr, Bonn/Berlin)
BMU (s. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn/Berlin)
Boeddinghaus G, Hahn D, Schulte B (1996) Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen, Loseblattkommentar, Rehm, München
Bollrich G (1996) Technische Hydromechanik, Bd 1, Grundlagen, 4., durchgesehene Auflage, Verlag für Bauwesen, Berlin
Boon PJ, Calow P, Petts GE (1991) River Conservation and Management, John Wiley und Sons, Chichester
Borcherding H, Brombach H (1995) Hydraulische Eigenschaften gehäuseloser Abwasser-Rückstauklappen, Wasserwirtschaft, 85. Jahrg, Heft 4/1995, S. 200–203
Braun G, Hörsch B (1999) Hochwasserschutz und Hochwasserprävention – Integration von Fernerkundungs- und GIS-Daten durch räumliche Modelle, Wasserwirtschaft, 89. Jahrg, Heft 6/1999
Brauns J (1980) Spreizsicherheit von Böschungen auf geneigtem Gelände, Bauingenieur, 55. Jahrg, S. 433–436
Breuer R (1987) Öffentliches und privates Wasserrecht, 2. Aufl, Verlag CH Beck, München
Breuer R (1998) § 39 BauGB, In: Schrödter H (Hrsg) (1998) Baugesetzbuch, Kommentar, 6. Aufl, 1998, Verlag Franz Vahlen, München
Breuer R (1999) Wasserrechtliche Instrumente des Hochwasserschutzes – Befund und Reformbestrebungen, In: Breuer (Hrsg) (1999) Hochwasserschutz im geltenden und künftigen Recht, Das Recht der Wasser und Entsorgungswirtschaft, Heft 25, Carl Heymanns Verlag, Köln u. a., S. 31 ff
Bretschneider H, Lecher K, Schmidt M (Hrsg) (1993) Taschenbuch der Wasserwirtschaft, Verlag Paul Parey, Berlin
Breusers HNC, Nicolet G, Shen HW (1977) Local scour around cylindrical piers, Journal of Hyraulic Research, 15 (3), S. 211–252
Breusers HNC, Raudkivi AJ (1991) Scouring, International Association for Hydraulic Research, Hydraulic Structures Design Manual No. 2, Verlag AA Balkema, Rotterdam, Netherlands
Brockmann H (2000) Einsatz flugzeuggestützter Fernerkundungstechniken zur Bearbeitung hydrologischer Fragestellungen, Wasserwirtschaft, 90. Jahrg, Heft 1/2000
Brombach H, Steinriede D (1999) Messen im Bereich Niederschlagsabflussbehandlung, Schriftenreihen des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Karlsruhe, Band 96, S. 37
Brombach H, Wöhrle C (1997) Gemessene Entlastungsaktivität von Regenüberlaufbecken, KA-Korrespondenz Abwasser, 44. Jahrg, Heft 1, S. 44–66
Brookes A, Shields jr FD (eds) (1996) River Channel Restoration – Guiding Principles for Sustainable Projects, John Wiley und Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore
Buck W, Pflügner W (1991) Nutzwertanalytische Bewertung auenökologischer Wirkungen – Pilotstudie für eine Hochwasserschutzmaßnahme, Wasserwirtschaft, 81. Jahrg, Heft 12/1991
Bürgerinitiative Hochwasser – Altgemeinde Rodenkirchen eV (Hrsg) (1998 a) Pegellatte – Mitgliederinformation der Bürgerinitiative Hochwasser, Nr. 6, November 1998
Bürgerinitiative Hochwasser – Altgemeinde Rodenkirchen eV (Hrsg) (1998 b) Sonderausgabe der Pegellatte – Mitgliederinformation der Bürgerinitiative Hochwasser, November 1998
Bundesamt für Naturschutz (Hrsg) (1998) Fortschritte für Naturschutz und Landschaftspflege an Wasserläufen, Schriftenreihe Angewandte Landschaftsökologie, Heft 23, Bonn
Bund-Länder-Arbeitsgruppe (Hrsg) (1996) Hochwassergefährdung am Ober- und Mittelrhein – Schadensminderung durch Rückhaltemaßnahmen

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg) (1998) Leitfibel vorbeugender Hochwasserschutz, Modellvorhaben zum vorbeugenden Hochwasserschutz Rhein-Maas im Rahmen der transnationalen Zusammenarbeit in der Raumordnung (INTERREG IIC), Bonn

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg) (1996) Das Januarhochwasser 1995 im Rheingebiet, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Mitteilung Nr. 10, 47 S., Koblenz

BMU (s. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn/Berlin)

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg) (1996) Planen und Bauen von Gebäuden in hochwassergefährdeten Gebieten - Hochwasserschutzfibel, 1. Aufl, Dezember 1996

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg) (2000) Die neue Wasserrahmenrichtliniender EG - Anforderungen an die Gewässerbewirtschaftung in der EU, Umwelt Nr. 11, 2000

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg) (2000) Internationales Hochwasserseminar in Berlin, Umwelt Nr. 2/2000

Bundesministerium für Verkehr (Hrsg) (1978) Schlussbericht der Hochwasserstudienkommission für den Oberrhein, Bundesministerium für Verkehr, Bonn

Busch KF, Luckner L (1974) Geohydraulik für Studium und Praxis, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

BWK eV (s. Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau eV)

Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau eV (BWK) (Hrsg) (1999) Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern, Teil 1: Stationäre Berechnung der Wasserspiegellinie unter besonderer Berücksichtigung von Bewuchs- und Bauwerkseinflüssen, Merkblatt Nr. 1/BWK, Düsseldorf

BVerwG (1992) Beschluss vom 20. August 1992, BVerwGE 90, S. 329

Carp H (1952) Hydraulische Berechnungen im Arbeitsbereich der Emschergenossenschaft, Die Wasserwirtschaft, 1952, S. 163-172

Caspary HJ, Haeberli W (1999) Klimaänderungen und die steigende Hochwassergefahr, Wetterwende, In: Graßl H (Hrsg) (1999) Campus Verlag, Franfurt

Chow VT (Hrsg) (1964) Handbook of Applied Hydrology, Mc Graw Hill Book Comp, New York

Clark CO (1945) Storage and the Unit Hydrograph, Trans. American Society of Civil Engineers, Vol 110, S. 1419-1446

Corell C (1996) Schaffung und Bewahrung von Retentionsraum zum Zweck des Hochwasserschutzes, Umwelt und Planungsrecht, S. 246

Cunge JA, Holly FM, Verwey A (1980) Practical Aspects of Computational River Hydraulics, Pitmann Publishing

Czychowski M (1998) Wasserhaushaltsgesetz, Kommentar, 7. Aufl, CH Becksche Verlagsbuchhandlung, München

DASt (s. Deutscher Ausschuss für Stahlbau)

DAfStb (s. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton)

DAfStb - Richtlinie - Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Beuth Verlag, Berlin

Dahlem, Franze und Peil (1986) Schutz von wasserwirtschaftlichen Anlagen vor Hochwassereinflüssen, Wasser und Boden, 38. Jahrg, Heft 9, S. 461-465

Dapp K, Heiland P (1999) Hochwasserschutz durch Instrumente der Raumplanung, Wasserwirtschaft, 89. Jahrg, Heft 12/1999

DBV (s. Deutscher Beton-Verein)

DBV (1996) Begrenzung der Rißbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau, Fassung September 1996, Deutscher Beton-Verein eV, Wiesbaden

Deharde S (1999) Festigkeitsuntersuchungen an bindigen Böden mit Sekundärstruktur, Diplomarbeit am Fachgebiet Grundbau und Bodenmechanik der Universität Essen

Demuth N (1998) Abschätzung der Hochwasserentwicklung in Abhängigkeit von Abfluß und vorhergesagtem Niederschlag, Proceedings 19. Konferenz der Donau-Anrainer-

staaten über hydrologische Prognosen und die hydrologischen Grundlagen der Wasserbewirtschaftung, Beitrag Nr. 1.03, Osijek, 1998
Dent M (1999) Water Level Management Plans, 2nd Inter-Regional Conference on Environment-Water99, Lausanne
Deutscher Ausschuss für Stahlbau (Hrsg) (1993) Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle, Richtlinie Nr. 007
DWD (s. Deutscher Wetterdienst, Offenbach)
Deutscher Wetterdienst (Hrsg) (1997a) AKORD (Anwenderorientierte Organisation von Radardaten) – Produktkatalog, Deutscher Wetterdienst Geschäftsfeld Hydrometeorologie, Offenbach
Deutscher Wetterdienst (Hrsg) (1997b) Maximierte Gebietsniederschläge für Deutschland, In: DVWK (Hrsg) (1997d)
Deutscher Wetterdienst (Hrsg) (1997c) KOSTRA-Atlas, Starkniederschlagshöhen für Deutschland, Deutscher Wetterdienst, Offenbach
Di Giammarco P, Todini E (1994) A Control Volume Finite Element Method for the Solution of 2-D Overland Flow Problems, Int. Conf. on Modelling of Flood Propagation over Initially Dry Areas, 29–30 June 1994, Milan, Italy
Dickinson WT, Holland ME, Smith GL (1967) An Experimental Rainfall-Runoff Facility, Hydrology Papers Colorado State University, Nr. 25, Fort Collins
Dittrich A, Rosport M, Badde O (1992) Untersuchungen zum Stabilitätsverhalten von Gerinnesohlen, Universität Karlsruhe, Institut für Wasserbau und Kulturtechnik, Mitteilung Nr. 182
Dittrich A (1999) Sohlenstabilität naturnaher Fließgewässer, In: WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (Hrsg) (1999) Gewässernachbarschaften in Baden-Württemberg, Statusbericht 1998/1999, Heidelberg
Dohmann M (Hrsg) (1998) Wassergefährdung durch undichte Kanäle, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
Dubbel (1997) Taschenbuch für den Maschinenbau, 19. Auflage (s. Beitz W, Grote KH (Hrsg) (1997))
Dübner R (oJ) Baustoffe im Asphaltstraßenbau, Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft der Bitumen-Industrie eV, Hamburg, Heft 50, S. 10
DVWK (s. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV, Bonn – *Anmerkung:* Der Deutsche Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (DVWK) und die Abwassertechnische Vereinigung eV (ATV) sind seit dem 1. Januar 2000 fusioniert. Der neue Verband führt den Namen: ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall eV. Die DVWK-Veröffentlichungen können über die GFA – Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik eV, Theodor-Heuß-Allee 17, D-53773 Hennef, bezogen werden.)
DVWK LV Bayern (s. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau – Landesverband Bayern eV, München)
DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1979) Empfehlung zur Berechnung der Hochwasserwahrscheinlichkeit, DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft 101/1979
DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1982) Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlag-Abflussmodellen in kleinen Einzugsgebieten, Teil 1 – Analyse, DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft 112/1982
DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1984a) Ökologische Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 204/1984
DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1984b) Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlag-Abflussmodellen in kleinen Einzugsgebieten, Teil 2 – Synthese, DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft 113/1984
DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1986) Flußdeiche, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft Nr. 210/1986

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1990) Hydraulische Methoden zur Erfassung von Rauheiten, zusammengestellt von RCM Schröder, DVWK-Schriften, Heft 92

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1991a) Hydraulische Berechnung von Fließgewässern, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 220/1991

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1991 b) Hochwasserrückhaltebecken, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 202/1991

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1992a) Geschiebemessungen, DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft 127/1992

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1992b) Methoden und ökologische Auswirkungen der maschinellen Gewässerunterhaltung, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 224/1992

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1993) Fallbeispiel zur Nutzwertanalyse – Wasserwirtschaftliche Planung Emstal, DVWK-Mitteilungen 23/1993

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (1994) Hydraulisch-sedimentologische Berechnungen naturnah gestalteter Fließgewässer – Berechnungsverfahren für die Ingenieurpraxis, DVWK-Mitteilungen 25/1994

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1996) Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 232/1996

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1997a) Uferstreifen an Fließgewässern, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 244/1997

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1997b) Biber, Bisam, Nutria, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 247/1997

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1997c) Maßnahmen zur naturnahen Gerinnestabilisierung, DVWK-Schriften 118/1997

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1997d) Regionalisierung maximierter Gebietsniederschlagshöhen in der Bundesrepublik Deutschland, DVWK-Mitteilungen 29/1997

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1999a) Numerische Modelle von Flüssen, Seen und Küstengewässern, DVWK-Schriften 127/1999

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1999b) Statistische Analyse von Hochwasserabflüssen, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 251/99

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1999c) Hochwasserabflüsse – I. Einsatz von Niederschlag-Abflussmodellen zur Ermittlung von Hochwasserabflüssen, DVWK-Schriften 124/1999

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1999d) Hochwasserabflüsse – II. Extreme Hochwasserabflüsse – Möglichkeiten zur Abschätzung und Anwendung, DVWK-Schriften 124/1999

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1999e) Richtlinien für den ländlichen Wegebau, DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft 137/1999

DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (2000) Gestaltung und Pflege von Wasserläufen in urbanen Gebieten, DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 252/2000

DVWK-GFG (s. DVWK-Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung (GFG) mbH, Mainz)

DVWK – Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung (DVWK-GFG) mbH (Hrsg) (1998) Sohlenerosion und Auenauflandung – Empfehlungen zur Gewässerunterhaltung, Mainz

DVWK-Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung (DVWK-GFG) mbH (Hrsg) (1999) Ufergehölze und Gehölzpflege – Empfehlungen für den Gewässerunterhaltungspflichtigen, Mainz

DVWK-Landesverband Bayern (Hrsg) (1998) Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV – Landesverband Bayern, Mitteilungen, Mitglieder-Rundbrief 1/98, Mai 1998

DWD (s. Deutscher Wetterdienst, Offenbach)

Dyck S (1976) Angewandte Hydrologie, Verlag für Bauwesen, Berlin

Dyck S, Peschke G (1995) Grundlagen der Hydrologie, Verlag für Bauwesen, Berlin

EAAW (1993) Empfehlungen für die Ausführung von Asphaltarbeiten im Wasserbau – EAAW 1983, Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau, Essen

EAK (1993) Empfehlungen für Küstenschutzwerke; Empfehlungen B: Boden und Baugrund für Küstenschutzwerke, Die Küste, Archiv für Forschung und Technik an der Nord- und Ostsee, Westholsteinische Verlagsanstalt Boyens und Co., Heide in Holstein

EAU (1990) Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen" Häfen und Wasserstraßen, 8. Auflage, Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, München, Düsseldorf

EAU (1996) Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen" Häfen und Wasserstraßen, 9. Auflage, Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, München, Düsseldorf

Egli T (1996) Hochwasserschutz und Raumplanung – Schutz vor Naturgefahren mit Instrumenten der Raumplanung – dargestellt am Beispiel von Hochwasser und Murgängen, Publikationsreihe des Instituts für Orts-, Regional- und Landesplanung Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Hönggerberg, ORL-Bericht 100/1996, VDF-Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich

Engel H (1996) Die Rückhaltemaßnahmen am Oberrhein – Steuerstrategien zu ihrem Einsatz, Wasserwirtschaft, 88. Jahrg, Heft 5/1996

Erhard, Niederberger W (1998) Arten und Anwendung von gehäuselosen Armaturen im Abwasserbereich, Industriearmaturen, Produktinformation Fa. Erhard GmbH und Co, 6. Jahrg, Heft 1, S. 20–27

Ermer K, Hoff R, Mohrmann R (1996) Landschaftsplanung in der Stadt, Reihe Praktischer Naturschutz, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

Europäische Union (2000) Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens im Bereich der Wasserpolitik (2000/60/EG), PECONS 3639/00, ENV 221, CODEC 513, 18. Juli 2000.

EVU (1990) Empfehlungen für Verklammerung und Vollverguß von Uferschutzwerken und Sohlensicherungen, Bauberatung Zement des Bundesverbandes der Deutschen Zementindustrie

Fachsektion Hydrogeologie in der Deutschen Geologischen Gesellschaft (Hrsg) (1999) Hydrogeologische Modelle – Ein Leitfaden für Auftraggeber, Ingenieurbüros und Fachbehörden, Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Heft 10, Hannover

Fell E, Prellberg D (1999) Hochwassermeldedienst in Rheinland-Pfalz zur Hochwasservorhersage, Wasserwirtschaft, 89. Jahrg, Heft 2/1999

FH-DGG (s. Fachsektion Hydrogeologie in der Deutschen Geologischen Gesellschaft)

Fischer HB, List EJ, Imberger RCY (1979) Mixing in inland and coastal waters, Academic Press, New York

Flygt GmbH (Hrsg) (1995) Planermappe Große Pumpstationen, Fa. ITT Flygt Pumpen GmbH, S. 26

Fuchs H, Will G (1984) Katastrophenschutzgesetz Nordrhein-Westfalen, Deutscher Gemeindeverlag, Köln

Führböter A (1983) Über mikrobiologische Einflüsse auf den Erosionsbeginn bei Sandmatten, Wasser und Boden, 35. Jahrg, Heft 3

Gallacher G (1989) Der Asphaltbetonkern des Megget-Dammes in Schottland, Schriftenreihe der STRABAG BAU AG, Nr. 45, Asphaltwasserbau – Asphaltbeton-Kerndichtungen für Erd- und Felsschüttdämme

Gebäudeversicherung Baden-Württemberg (Hrsg) (1997) Broschüre „Hochwasser"

Geiger WF, Dreiseitl H (1995) Neue Wege für das Regenwasser – Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten, Oldenbourg Verlag, München

Gerdes H, David I (1995) Maßnahmen gegen Druckwasser in Siedlungsgebieten, Wasserbau-Mitteilungen der Technischen Hochschule Darmstadt Nr. 40/1995
Giesecke J, Schmitt P, Meyer H (1983) Vergleich von Rechenmethoden für Gebietsniederschläge, Wasserwirtschaft, 73. Jahrg, Heft 1/83, S. 1–6
Göttle A (1999) Hochwasseraktionspläne, Wasser und Abfall, 1. Jahrg, November 1999, Heft 11/1999
Göttle A (2000) Ausweisung von Überschwemmungsgebieten in Bayern, Wasser und Abfall, 1. Jahrg, Heft 5/2000
Graf WH (1998) Fluvial Hydraulics – Flow and Transport Processes in Channels of Simple Geometry, John Wiley und Sons, Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto
Graßhoff H, Siedeck P, Floss R (1982) Handbuch Erd- und Grundbau, Teil 1, Boden und Fels, Gründungen, Stützbauwerke, Werner-Verlag, Düsseldorf
Greiving S (1999) Hochwasserschutz in der räumlichen Planung – Dargestellt am Beispiel der Lenne, Raumforschung und Raumordnung, Heft 1/99, S. 25 ff
Gruber M (1997) Rechtliche Aspekte der Versickerung von Niederschlagswasser in Baugebieten, Natur und Recht, S. 521 ff
Grundbau-Taschenbuch (1996) – s. Smoltczyk, U. (Hrsg) (1996)
GWD Südlicher Oberrhein/Hochrhein (s. Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein, Offenburg)
Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein, DVWK (Hrsg) (1999) Unterhaltung und Entwicklung von Flachlandgewässern, Tagungsband des Workshops vom 8. – 9. Juni 1999 in Achern
Hager WH (1988) Abflußformeln für turbulente Strömungen, Wasserwirtschaft, 78. Jahrg
Hager WH, Kohli A (1997) Kolk an Quaderelementen, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Vol. 49 (7/8)
Hamill L (1999) Bridge Hydraulics, E und FN Spon, London, New York
Hardy RJ, Bates PD, Anderson MG, Moulin C, Hervouet JM (2000) Development of a reach scale two-dimensional finite element model to floodplain sediment deposition, Proceedings of the Instution of Civil Engineers Water and Maritime Engineering, 142, Sept. 2000
Harreiner J (1996) Elektrische Felder in Netzteilnähe bei Hochwasser, brandschutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung, 2/1996
Hartl P (1994) Besondere Einsätze, brandschutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung, 12/1994
Heinrichs FJ, Rickmann B, Sondergeld KD, Störrlein KH (1995) Gebäude- und Grundstücksentwässerung: Kommentar zu DIN 1986, Deutsches Institut für Normung (DIN) eV (Hrsg), Berlin, Wien, Zürich, Beuth-Verlag
Heinzelmann C (1992) Hydraulische Untersuchung über den Einfluß benthischer Diatomeenfilme auf Strömungswiderstand und Transportbeginn, Technische Hochschule Darmstadt, Heft 48, Technische Berichte über Ingenieurhydrologie und Hydraulik, RCM Schröder (Hrsg), Darmstadt
Hellman DH (1997) Vergleich und Einsatzbereiche verschiedener Pumpenbauarten, Wasser Abwasser Praxis, 4/97
Hendler R (2000) Das Bodenschutzrecht im System des Umweltrechts, In: Hendler/Marburger/Reinhardt/Schröder (Hrsg) (2000), Bodenschutz und Umweltrecht, 15. Trierer Kolloquium zum Umwelt- und Technikrecht 1999, UTR Bd., Erich Schmidt Verlag, Berlin
Hershfield DM (1961) Estimating the Probable Maximum Precipitation, Journal of the Hydraulics Division, Proc of the ASCE, Vol. 87, Nr. HY5, S. 99–116
Herzhoff M (1998) Hochwasser und Versiegelung – Entwicklungen, Ursachen und Impulse, Wasserwirtschaft, 88. Jahrg, Heft 3/1998
Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg) (1999) Der sichere Heizöltank, Wiesbaden
Hessischer Verwaltungsgerichtshof (1990) Urteil vom 16. Mai 1990, Zeitschrift für Wasserrecht (ZfW) 1991, S. 128

Hood P, Taylor C (1974) Navier-Stokes Equations Using Mixed Interpolation, Finite Element Methods in Flow Problems, University of Alabama Press, Huntsville, S. 121–131
Honert S, Rüttgers J, Sanden J (1996) Landeswassergesetz Nordrhein-Westfalen, 4. Aufl, Deutscher Gemeindeverlag, Köln
Hjulström F (1935) Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the River Fyris, Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala
Hoffmans GJCM, Verheij HJ (1997) Scour Manual, AA Balkema, Rotterdam, Brookfield
HTG (s. Hafenbautechnische Gesellschaft, Hamburg)
Huber (1997) Mobile Hochwasserschutzwand, Produktinformation der Fa. Huber GmbH
Huber H, Nesitka W (2000) Weiße Wannen – Wasserundurchlässige Betonbauwerke, Bauingenieur – Organzeitschrift der VDI-Gesellschaft Bautechnik, Springer VDI Verlag, Band 75, April 2000
Hütte M (2000) Ökologie und Wasserbau – Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung, Parey Buchverlag, Berlin
Hunzinger L, Hunziker R, Zarn B (1995) Der Geschiebehaushalt in lokalen Aufweitungen, wasser, energie, luft, Heft 9, 1995
Hudasch M (1995) Gefährdung von Personen und elektrischen Anlagen bei Hochwasser, Elektrizitätswirtschaft, Jahrg 1994, Heft 11
IAWW (s. Institut für angewandte Wasserwirtschaft)
Ihringer J (1996) Hochwasser aus ländlichen und städtischen Gebieten, Geowissenschaften
IKSR (s. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, Koblenz)
Internationale Kommission zum Schutz des Rheins – IKSR (Hrsg) (1998) Aktionsplan Hochwasser, Koblenz
Immendorf R (Hrsg) (1997) Hochwasser – Natur im Überfluß?, CF Müller Verlag, Heidelberg
Irmer H (2000) Die LAWA-Arbeitshilfe: ein pragmatisches Instrument zur fachlichen Umsetzung, In: LAWA (Hrsg.) (2000)
Irmer U (2000) Was ist an der Zustandsbewertung neu? In: LAWA (Hrsg) (2000)
Jäggi M (1999) Gewässeraufweitungen, In: WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (Hrsg) (1999) Gewässernachbarschaften in Baden-Württemberg, Statusbericht 1998/1999, Heidelberg
Jürging P (1995) Wasserwirtschaftliche und ökologische Folgen der Nutzung von Gewässerauen, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, Heft 4/1996, S. 154–158
Jürging P, Gröbmaier W (1996) Gewässer und ihre Lebensgemeinschaften. Wasser-Abwasser-Praxis (WAP), Nr. 3, S. 46–50
Jürging P (1999) Unterhaltung und Entwicklung von Flachlandgewässern, In: GWD Südlicher Oberrhein und DVWK (Hrsg) (1999)
KATANOS (1995) Katastrophen und Notlagen in der Schweiz – Eine vergleichende Übersicht, Bundesamt für Zivilschutz, Bern
Kern K (1995) Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung – geomorphologische Entwicklung von Fließgewässern, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
Kienholz G (1992) Naturgefahren-Gefahrenkarten; DFG-Rundgespräch Naturgefahren und Risikoabschätzung, Bonn
Kirpich ZP (1940) Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds, Civil Eng. 10, Nr. 6
Kleeberg HB, Rother KH (1996) Hochwasserflächenmanagement in Flußeinzugsgebieten, Wasser und Boden, 48. Jahrg, 2/1996, S. 24–32
Kleeberg HB (1999) Berechnung von extremen Hochwasserabflüssen aus beobachteten Hochwasserabflüssen und deren Wahrscheinlichkeit, In: DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1999d) Hochwasserabflüsse, II. Extreme Hochwasserabflüsse – Möglichkeiten zur Abschätzung und Anwendung; Datenbank HOWEX, DVWK-Schriften 124/1999, S. 231–240
Kleeberg HB, Willems W (1999) HOWEX – Hochwasser-Informationssystem Extreme Abflüsse (Datenbank HOWEX), In: DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und

Kulturbau eV (Hrsg) (1999d) Hochwasserabflüsse, II. Extreme Hochwasserabflüsse – Möglichkeiten zur Abschätzung und Anwendung; Datenbank HOWEX, DVWK-Schriften 124/1999, S. 241–254

Kohli A (1998a) Kolk an Gebäuden in Überschwemmungsgebieten, In: Vischer D (Hrsg) (1998) Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Mitteilungen Nr. 157

Köhler G (1988) Hydrologische Untersuchungen zum Bemessungsabfluß für Hochwasserentlastungsanlagen und zum Freibord, Wasserwirtschaft, 78. Jahrg, Heft 1/88, S. 9–12

Köhler G (1992) Auswirkungen verschiedener anthropogener Veränderungen auf den Hochwasserabfluß im Oberrheingebiet, Wasser und Boden, 44. Jahrg, 1/92

Köhler G (1999a) Regionalisierung von Hochwasserabflüssen für kleine Einzugsgebiete im südlichen Donaugebiet Bayerns, Universität Kaiserslautern, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft, Bericht Nr. 9, S. 165–178

Köhler G (1999b) Hochwasserschutz durch natürliche und künstliche Retention, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (DVWK), Endbericht, 126 S., mit Anlagen (unveröffentlicht)

Köhler H (1998) § 179 BauGB, In: Schrödter H Baugesetzbuch, Kommentar, 6. Aufl, Verlag Franz Vahlen, München

Kohli A (1998a) Kolk an Gebäuden in Überschwemmungsgebieten, In: Vischer D (Hrsg) (1998) Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Heft 57

Kohli A (1998b) Kolk an breiten Quaderelementen in seichtem Wasser, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 50. Jahrg, Heft 7 + 8/1998

Kotoulas D (1967) Das Kolkproblem unter besonderer Berücksichtigung der Faktoren Zeit und Geschiebemischung im Rahmen der Wildbachverbauung, Mitteilungen der Schweizer Anstalt für forstliches Versuchswesen, Vol 43, Heft 1, Birmesdorf, Schweiz

Kottula M (1995) Möglichkeiten des Grundwasserschutzes durch Flächennutzungsplanung, Zeitschrift für Baurecht 1995, S. 119ff

Kraus W (1987) Der Hochwasserschutz von Wasserburg am Inn, Bau Intern, Zeitschrift der Bayerischen Staatsbauverwaltung, Heft 7, Verlag Karl M. Lipp, München

Krautzberger M (1998) § 1 BauGB, In: Battis U, Krautzberger M, Löhr RP (Hrsg) (1998) Baugesetzbuch, 6. Aufl, Verlag CH Beck, München

Krebs W (1999) Baurecht, In: Schmidt-Aßmann (Hrsg) (1999), Besonderes Verwaltungsrecht, 11. Aufl, Walter de Gruyter, Berlin, New York, S. 327ff

Krohn G (1999) Ersatzleistungspflicht bei Hochwasserschäden, In: Breuer (Hrsg) (1999) Hochwasserschutz im geltenden und künftigen Recht, Das Recht der Wasser und Entsorgungswirtschaft, Heft 25, Carl Heymanns Verlag, Köln u.a., S. 99 ff

Kron W (1993) Reliability of hydraulic structures in rivers with unstable beds, In: Kron W (Hrsg) (1993) Contributions to non-stationary sediment transport, Universität Karlsruhe, Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Heft Nr. 42

Kron W (2000) Risc zonation and loss accumulation analysis for floods: IAHR International Symposium on Stochastic Hydraulics ISSH'2000, Peking, 25.–28.7.2000, S. 603–614

Kruppe J (1996) Berücksichtigung dynamischer Einflußfaktoren bei Wellendruckschlag, In: Hafenbautechnische Gesellschaft (Hrsg) (1996) Hochwasserschutz in Häfen, neue Bemessungsansätze, Sprechtag der Hafenbautechnischen Gesellschaft eV, Hamburg, 2. Okt 1996

Kunz C (2000) Überarbeitete ZTV-Wasserbau und Standardleistungskatalog für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton (LB 215), Wasserwirtschaft, 90. Jahrg, Heft 1/2000

LANA (s. Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung)

LAWA (s. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser)

LAWA und BMV (s. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser und Bundesminister für Verkehr)

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg) (1981) Grundzüge der Kosten-Nutzen-Untersuchungen, Bremen, Selbstverlag

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg) (1992) Leitlinie zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen, 2. Aufl, Arbeitsgruppe „Nutzen-Kosten-Untersuchungen in der Wasserwirtschaft", München

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser und Bundesminister für Verkehr (1993) Niederschlag – Verzeichnis der Niederschlagsstationen (NISTAV), Richtlinie für Aufstellung, Fortschreibung, Veröffentlichung und Datenaustausch, Bundesverkehrsministerium, Berlin

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg) (1995) Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz, Stuttgart

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg) (1997) UVP-Leitlinien – Arbeitsmaterialien für die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Wasserwirtschaft, Kulturbuchverlag, Berlin

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg) (1998) Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen, Kulturbuchverlag, Berlin

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hrsg) (2000) EU-Wasserrahmenrichtlinie – Programm für die Zukunft im Gewässerschutz, Symposium zur Einführung der EU-Wasserrahmenrichtlinie am 13./14. Dezember 2000 in Schwerin

Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz (LfW-RP) (1998) Leitfaden Flächenhafte Niederschlagsversickerung, Mainz

Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg) (1998) Das Sommerhochwasser an der Oder 1997, Fachbeiträge anläßlich der Brandenburger Ökologietage II, Studien und Tagungsberichte, Bd. 16, Potsdam

Lange G, Lecher K (Hrsg) (1993) Gewässerregelung, Gewässerpflege, Naturnaher Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern, Verlag Paul Parey

LAWA und BMV (Hrsg) (1994) Leitlinien zur Durchführung von Kosten-Nutzen-Analysen in der Wasserwirtschaft

Leschziner MA (1991) Konzepte und Methoden zur Diskretisierung, Kurzlehrgang, NUMET'91, Universität Erlangen

LfW-RP (s. Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, Mainz)

Liem R, Wicke S, Räder R, Rettemeier K, Köngeter J (1999) Experiments and Reflections on the Risk of Mobile Flood Protection Walls in Urban Regions, International Water Resources Engineering Conference, American Society of Civil Engineers (ASCE), Seattle, 1999

Li CW, Falconer RA (1995) Depth Integrated Modelling of Tide Induced Circulation in a Square Harbour, Journal of Hydraulic Research, Vol. 33, No. 3

Lohmeyer G (1994) Weiße Wannen einfach und sicher, Beton-Verlag GmbH, Düsseldorf

Lüers H (1999) Baurechtliche Instrumente des Hochwasserschutzes, In: Breuer (Hrsg) (1999) Hochwasserschutz im geltenden und künftigen Recht, Das Recht der Wasser und Entsorgungswirtschaft, Heft 25, Carl Heymanns Verlag, Köln u.a., S. 67 ff

Luz F (1993) Zur Akzeptanz landschaftsplanerischer Projekte, Determinanten lokaler Akzeptanz und Umsetzbarkeit von landschaftsplanerischen Projekten zur Extensivierung, Biotopvernetzung und anderen Maßnahmen des Natur- und Umweltschutzes, Europäische Hochschulschriften, Reihe 42, Ökologie, Umwelt und Landespflege, Bd. 11, Peter Lang Verlag, Frankfurt am Main

Maas D (1999) Hochwasser-Vorhersagedienste und Ereignisse, Wasserwirtschaft, 89. Jahrg, Heft 11/1999

Maciejewski M (1998) Mobile Hochwasserschutzsperren, Wasserwirtschaft, 88. Jahrg, Heft 10/1998

Mangels J (2000) Beschreibung von Strömungen im ungesättigten Bodeninnern, Dissertation, Universität Essen, Inst f Grundbau und Bodenmechanik, Heft Nr. 26, Verlag Glückauf GmbH, Essen

Maniak U (1997) Hydrologie und Wasserwirtschaft – Eine Einführung für Ingenieure, 4. Aufl, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Maniak U, Weihrauch A (1999) Schätzung effektiver Niederschläge (Abflussvolumina) aus Hochwasserscheitelabflüssen, In: DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft

und Kulturbau eV (Hrsg) (1999d) Hochwasserabflüsse, DVWK-Schriften 124/1999, S. 191–203
Menzel L (1994) Versorgungseinsatz, brandschutz/Deutsche Feuerwehrzeitung 12/1994
Mertens W (1989) Zur Frage hydraulischer Berechnungen naturnaher Fließgewässer, Wasserwirtschaft, 79. Jahrg, Heft 4/1989
Mertens W (1990) Sedimentologische Aspekte beim naturnahen Gewässerausbau, Wasserwirtschaft, 80. Jahrg, Heft 4/1990
Mertens W (1994) Hydraulisch-sedimentologische Berechnungen naturnah gestalteter Fließgewässer – Berechnungsverfahren für die Ingenieurpraxis, In: DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1994) DVWK-Mitteilungen 25/1994
Meyer T (1997) Rückstauschutz im Bereich Grundstücks- und Gebäudeentwässerung, Zeitschrift Rohre, Rohrleitungsbau, Rohrleitungstechnik 3R International, 36. Jahrg, Heft 9, September 1997, S. 496–506
Meyer-Peter E, Müller R (1949) Eine Formel zur Berechnung des Geschiebetriebs, Schweizer Bauzeitung, 67. Jahrg, Nr. 3
MfU BW (s. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, Stuttgart)
Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg) (1990) Flußlandschaft Donau Wasserwirtschaftlich-ökologisches Konzept, Stuttgart
Ministerium für Umwelt und Forsten (Hrsg) (1998) Hochwasserhandbuch – Leben, Wohnen und Bauen in hochwassergefährdeten Gebieten, Mainz
Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MURL NRW) (Hrsg) (1999a) Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen, Wasserwirtschaft Nordrhein-Westfalen, 5. Aufl, Düsseldorf
Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MURL NRW) (Hrsg) (1999b) Hochwasserfibel – Bauvorsorge in hochwassergefährdeten Gebieten, Düsseldorf
Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MURL NRW) (Hrsg) (2000) Potenzielle Hochwasserschäden am Rhein in NRW, Kurzfassung der Forschungsstudie „Hochwasserschadenpotenziale am Rhein in Nordrhein-Westfalen", Februar 2000, Düsseldorf
Mittschang S (1996a) Wasser- und Gewässerschutz in städtebaulichen Planungen, Zeitschrift für Baurecht 1996, S. 63 ff
Mittschang S (1996b) Bodenschutz, Gewässerschutz und Hochwasserschutz in den städtebaulichen Planungen und im Baugenehmigungsverfahren, Wissenschaftliche Fachtagung der Universität Kaiserslautern am 25./26.9.1995, Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ), S. 875 ff
MKRO (s. Ministerkonferenz für Raumordnung)
Ministerkonferenz für Raumordnung MKRO (Hrsg) (1996) Grundsätze und Ziele der Raumordnung und Landesplanung zu einem grenzüberschreitenden vorbeugenden Hochwasserschutz an Fließgewässern
Möller G (1998) Geotechnik, Teil 1, Bodenmechanik, Werner-Verlag, Düsseldorf
Mohs B, Meiners HG (1997) Planungshilfen für die dezentrale Niederschlagswasserbeseitigung, In: Dohmann (Hrsg) (1997) Umweltqualitäten und Wirtschaften – Was wurde erreicht? Wo geht es hin? GWA, Bd. 158, Aachen, S. 9/1 ff
Molinaro P (1992) A Review of 2-D Mathematical Models for the Simulation of Flood Propagation on Dry Bed, Hydraulic Engineering Software IV, Fluid Flow Modelling, Valencia, Spain, Computational Mechanics Publications, Elsevier Applied Science
Mühlestein D (1996) Untersuchungen von Wellenüberschlag an Hochwasserschutzwänden anhand von physikalischen Modellversuchen, In: Hafenbautechnische Gesellschaft (HTG) (Hrsg) (1996) Hochwasserschutz in Häfen, neue Bemessungsansätze, Sprechtag der Hafenbautechnischen Gesellschaft eV, Hamburg, 2. Okt. 1996

Müller O (1999) Sicherheitsprüfung von Deichen und Dämmen, Wasser und Boden, 51. Jahrg, Heft 6

Müller-Kirchenbauer H, Rankl M, Schlötzer C (1993) Mechanism for regressive erosion beneath dams and barrages, In: Filters in Geotechnical and Hydraulic Engineering, Balkema Verlag, Rotterdam

Münchener Rück (Hrsg) (1997) Überschwemmung und Versicherung, Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, 79 S., München

Munson BR, Young DF, Okiishi TH (1998) Fundaments of Fluid Mechanics, Third Edition, John Wiley und Sons, New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto

MURL NRW (s. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf)

Naudascher E (1992) Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke, Springer-Verlag, Wien, New York

Neuhoff S (1994) Weihnachtshochwasser 1993 – Hochwasser und Hochwasserschutz in Köln, brandschutz/Deutsche-Feuerwehrzeitung 12/1994

Novak P, Moffat AIB, Nalluri C, Narayanan R (1997) Hydraulic Structures, 2nd Edition, E und FN Spon, an Imprint of Chapman und Hall, London

Nujić M (1995) Efficient Implementation of Non-oscillatory Schemes for the Computation of Free-surface Flows, Journal of Hydraulic Research, 33(1)

Nujić M (1996) Discussion of the paper 'Finite Volume Two-dimensional Unsteady-flow Model for River Basins' presented by DH Zhao, HW Shen, GQ Tabios III, JS Lai and WY Tan, Journal Hydraulic Engineering (ASCE), Nr.1

Nujić M (1997) Dam-break Flood-wave Propagation using the Program Package FLOODSIM, Edt. Hiver/ Zech, CADAM Workshop, Brüssel, 21–22 June 1997

Nujić M (1998) Praktischer Einsatz eines hochgenauen Verfahrens für die Berechnung von tiefengemittelten Strömungen, Institut für Wasserwesen, Universität der Bundeswehr München, Mitteilungen Nr. 64, Neubiberg

Nujić M, Bechteler W (2001) Digitale Geländemodelle als Grundlage für zweidimensionale hydraulisch-numerische Simulationen, In: ATV-DVWK (Hrsg) (2001 b)

OBB (s. Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, München)

Oberle P, Theobald S, Nestmann F (2000) GIS-gestützte Hochwassermodellierung am Beispiel des Neckars, Wasserwirtschaft, 90. Jahrg, Heft 7–8

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (OBB) (Hrsg) (1990) Flüsse und Bäche, Wasserwirtschaft in Bayern, Heft 21

OVG Rheinland-Pfalz (2000) Urteil vom 24. Februar 2000, bislang unveröffentlicht

Patt H (1997) Renaturierte Gewässerstrecken als Gestaltungselemente im Städtebau, In: Crowhurst-Lennard SH, von Ungern-Sternberg S, Lennard HL (1997) Making Cities Livable – Wege zur menschlichen Stadt, Gondolier Press, Carmel, California, USA

Patt H, Jürging P, Kraus W (1998) Naturnaher Wasserbau, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Patt H, Schindler T, Stecker A (Hrsg) (1999) EU-Wasserrahmenrichtlinie, In: Der Dekan des Fachbereich 10 – Bauwesen – der Universität GH Essen (Hrsg) Forschungsberichte aus dem Fachbereich Bauwesen, Heft 80, Juni 1999

Patt H, Städtler E (1999) Verwertung von pflanzlichen Abfällen aus der Gewässerunterhaltung, Wasser und Boden, 51. Jahrg, Heft 4/1999

Patt H, Städtler E (2000) Eigendynamische Entwicklung einer Gewässerstrecke, Wasser und Boden, 52. Jahrg, Heft 1 + 2/2000

Pasche E (1997) Mobile Hochwasserschutzwände, In: Stein Verlag GmbH (Hrsg) (1997)

Paulus T (1999) Ufergehölze und Ufergehölzpflege – Empfehlungen für den Gewässerunterhaltungspflichtigen, In: DVWK-GFG (Hrsg) (1999)

Pecher R (1987) Hydraulische Bemessung von Hochwasserpumpwerken, Vorschläge zur Problemlösung, gwf Wasser, Abwasser, Heft 6, S. 324–330

Peine FJ (1995) Öffentlich-rechtliche Fragen der Prävention und der Schadensbehebung bei Hochwasser, In: Jahrbuch des Umwelt- und Technikrechts 1995, UTR Bd. 31, R. v. Decker's Verlag, Heidelberg
Pernecker L, Vollmers, HJ (1965) Neue Betrachtungsmöglichkeiten des Feststofftransportes in offenen Gerinnen, Wasserwirtschaft, 55. Jahrg, Heft 12/1965
Pfeif (1979) Kanalrückstau, Kanalüberschwemmung, Hochwasser, Berichte der ATV Nr. 31
Pflügner W (1981) Nutzen-Analysen im Umweltschutz, Verlag Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen
Pironneau O (1989) Finite Element Methods for Fluids, Masson, Paris
Plate E, Pfaud A, Paschke G (1986) Auswirkungen der Waldschäden auf die Wasserwirtschaft aus quantitativer Sicht, Literaturstudie im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Karlsruhe
Plate E (1997) Risikomanagement bei Hochwasser: Beispiel Oberrhein, Eclogae geologicae Helvetiae, Bd. 90, Birkhäuser Verlag, Basel
ProAqua (s. Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen)
ProAqua – Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH (1996) Benutzerhandbuch HWSCalc, Aachen
Rappert C (1980) Grundwasserströmungen-Grundwasserhaltung, In: Grundbautaschenbuch, Teil 1, 3. Aufl, Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, München, Düsseldorf
Reinhold E (1940) Regenspenden in Deutschland – Grundwerte für die Entwässerungstechnik, GE 1940, Archiv für Wasserwirtschaft, Berlin, 1940
Richwien W (1996) Bodenmechanische Konzepte zur Bewertung der Deichsicherheit, In: BWK-Landesverband Schleswig Holstein und Hamburg (Hrsg) (1996) BWK-Mitteilungen – Küstenschutz in der Zukunft – Referate der Veranstaltung am 1. Oktober 1996 in Büsum, Heft Nr. 5/1996, S. 139–152
Richwien W, Lesny K (2000) Bodenmechanisches Praktikum, Auswahl und Anwendung von bodenmechanischen Laborversuchen, 10. Aufl, Verlag Glückauf GmbH, Essen
Richwien W (1998) Seepage Forces and Embankment Stability, In: Der Dekan des Fachbereiches Bauingenieurwesen (Hrsg) (1998) Naturnahe Gestaltung von Fließgewässern, Seminarveranstaltung vom 25. September 1997, Forschungsberichte aus dem Fachbereich Bauwesen der Universität GH Essen, Heft Nr. 77
Richwien W (1999) Nachweis der Standsicherheit von Böschungen naturnah gestalteter Fließgewässer, Wasser und Boden, 51. Jahrg, Heft 1 + 2/1999
Richwien W, Weißmann R (1999) Prototype Scale Tests on Wave overtopping of Dykes, Hydrolab-Workshop, Hannover
Rössert R (1994) Hydraulik im Wasserbau, 9. Aufl, R Oldenbourg Verlag, München, Wien
Röttcher K, Tönsmann F (1999) Kosten-Nutzen-Untersuchungen für Hochwasserschutzmaßnahmen am Beispiel der Losse (Nordhessen), Wasser und Boden, 51. Jahrg, Heft 3/1999
Rohde FG, Beyene M (1990) Abschätzung von Hochwasserschadenspotentialen, Endbericht, Aachen
Rohrer M, Noetzli C, Petrascheck A (1999) Hochwasserwarnungen für das Wallis, Zeitschrift wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 91. Jahrg, Heft 3 + 4/1999
Rosemann HJ, Vedral J (1970) Das Kalinin-Miljukov-Verfahren, Schriftenreihe der Bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde, Heft 6, München
Rott U, Meyer C (2000) Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung im innerstädtischen Bereich, Wasser und Abfall, 1. Jahrg, Heft 3/2000
Sacher H, Naujoks C (1998) Berechnung von Überschwemmungsgebietsgrenzen mittels moderner messtechnik, Wasser und Boden, 50. Jahrg, 1/1998
Sachs L (1992) Angewandte Statistik, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
Sartor J (1998) Die gleichzeitige Auftrittswahrscheinlichkeit hoher Abflüsse in Kanalisationsnetzen und Fließgewässern, Wasser und Boden, 50. Jahrg, Heft 8, S. 24–28
Sartor J (1998) Mögliche Einflüsse der Bebauung auf den Hochwasserabfluß, Wasserwirtschaft, 88. Jahrg, Heft 3/1998

Sauter H (1996) Landesbauordnung für Baden-Württemberg, Kohlhammer Verlag, Stuttgart
Schaa W (1996) Anleitungen zur Deichverteidigung, brandschutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung, Heft 2/1996
Schaaf O (1995) Umsetzung des Hochwasserschutzkonzeptes Köln im Bereich der Stadtentwässerung, In: Stadt Köln - Der Oberstadtdirektor - Dezernat Tiefbau und Verkehr - Amt für Stadtentwässerung (Hrsg) (1995) Abwasserforum - Fachjournal für Abwassertechnik, 4. Ausg, Dezember 1995, S. 32-36
Schaaf O, Timmerbrink W (ohne Jahresangabe) Abflusssteuerung in der Bewährungsprobe, Abwasserforum Köln, 3. Ausg, Stadtentwässerung von A-Z, Broschüre der Stadt Köln
Schemel HJ, Stradas W (1998) Bewegungsraum Stadt - Bausteine zur Schaffung umweltfreundlicher Sport- und Spielgelegenheiten, Ein Forschungsbericht des Umweltbundesamtes, F + E Vorhaben Nr. 109 01 218, Auftragnehmer: Büro für Umweltforschung und Umweltplanung Dr. Schemel - München, Büro für Tourismus- und Erholungsplanung (BTE) - Hannover, Meyer und Meyer Verlag, Aachen
Schleiss A (1999) Bedeutung des Geschiebes beim Hochwasserschutz, wasser, energie, luft - eau, énergie, air, 91. Jahrg, Heft 3/4
Schleiss A (2000) Uferschutz an Gebirgsflüssen, wasser, energie, luft, 92. Jahrg, Heft 9/10
Schmidtke RF (1995) Sozio-ökonomische Schäden von Hochwasserkatastrophen; Darmstädter Wasserbau-Mitteilungen, Nr. 40
Schmieding (1995) Rückstauklappe mit Schwimmerhohldeckel, Produktinformation der Fa. Schmieding Armaturen GmbH
Schmitt GP (1995) Das Alltagsbild von Hochwasserschutzanlagen, In: Stein Verlag GmbH (Hrsg) (1997)
Schneider KJ (1996) Bautabellen für Ingenieure, 12. Aufl, Werner-Verlag, Düsseldorf
Schneider W, Euler G, Schneider FK, Knauf D (1994) Grundlagen des Wasserbaus - Hydrologie, Hydraulik, Wasserrecht, 3. Aufl, Werner-Verlag, Düsseldorf
Schönborn W (1992) Fließgewässerbiologie, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart
Schoklitsch A (1932) Kolkbildung unter Überfallstrahlen, Die Wasserwirtschaft
Schröder RCM (1990) Hydraulische Methoden zur Erfassung von Rauheiten, In: DVWK - Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1990) DVWK Schriften 92/1990
Schröder RCM (1994) Technische Hydraulik - Kompendium für den Wasserbau, Springer-Lehrbuch, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
Schrödter W (1998) § 9 BauGB, In: Schrödter, H. (Hrsg) (1998) Baugesetzbuch, Kommentar, 6. Aufl, Verlag Franz Vahlen München
Schultz GA (1993) Wasserwirtschaftliche Planungen, In: Bretschneider H, Lecher K, Schmidt M (Hrsg) (1993) Taschenbuch der Wasserwirtschaft, Verlag Paul Parey, Berlin
Schweppe-Kraft B (1999) Monetäre Bewertung von Biotopen, In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg) (1999) Angewandte Landschaftsökologie, Heft 24
Seel HJ, Ranft D (1996) Hochwasserschäden bei Pumparbeiten in überfluteten Gebäuden, brandschutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung, Heft 2/1996
SEPA (Hrsg) (2000) Watercourses in the Community - A guide to sustainable watercourse management in the urban environment, Scotish Environment Protection Agency (SEPA)
SEPA (s. Scotish Environment Protection Agency)
Seus GJ (1993) Ein konsistentes Konzept der gegenseitigen Abhängigkeit von Jahreshöchstabflüssen an einem Pegel, Wasserwirtschaft 83. Jahrg, Heft 10/93, S. 556-560
Shields A (1936) Anwendungen der Ähnlichkeitsmechanik und der Turbulenzforschung auf die Geschiebebewegung, Mitteilungen Heft 26, Preussische Versuchsanstalt für Wasser- und Schiffbau, Berlin
Siegauenkonzept (1997) Grobkonzept zur Renaturierung der Siegaue - Sieg und Aggerauenkonzept, Entwurfsbearbeitung, Überarbeitung: Staatliches Umweltamt Köln - Außen-

stelle Bonn; Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft Rhein-Sieg-Kreis; Amt für Natur- und Landschaftsschutz Rhein-Sieg-Kreis; Landwirtschaftskammer Rheinland
Siefert W (1996) Seegangswirkung als Bemessungsgröße für den Hochwasserschutz in Hamburg, In: Hafenbautechnische Gesellschaft (HTG) (Hrsg) (1996) Hochwasserschutz in Häfen, neue Bemessungsansätze, Sprechtag der Hafenbautechnischen Gesellschaft eV Hamburg, 2. Okt. 1996
Sieker F (1995) Das Mulden-Rigolensystem – ein neues Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten, Wasserwirtschaft, 85. Jahrg, Heft 3/1995
Sieker F (Hrsg) (1998) Naturnahe Regenbewirtschaftung, Analytica-Verlag, Berlin
Smoltczyk U (Hrsg) (1996) Grundbau-Taschenbuch, 5. Aufl, Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin
Spanknebel G, Kaufmann M, Kowalski B, Kelm R (1999) Modernisierung des Hochwasserwarn- und -meldedienstes im Freistaat Thüringen, Wasserwirtschaft Wassertechnik, WWT-Fachzeitschrift für ökologisches und umwelttechnisches Management, Verlag Bauwesen, Heft Juni 4/1999, S. 47–51
Sperling F (1999) Heavily modified water bodies – Gründe, Definitionen, offene Fragen, In: Patt H, Schindler T, Stecker A (Hrsg) (1999)
Springenschmid R (1987) Betontechnologie im Wasserbau, In: Blind H (Hrsg) (1987) Wasserbauten aus Beton, Verlag Wilhelm Ernst und Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin
Stadt Köln (Hrsg) (1996) Hochwasserschutzkonzept Köln, Ermittlung der Hochwasserschadenspotentiale in den überflutungsgefährdeten Gebieten der Stadt Köln, Hochwasserschutzzentrale, Amt für Stadtentwässerung der Stadt Köln
Städtler E (1997) Das Gewässerauenkonzept Sieg, Wasser und Boden, 49. Jahrg, Heft 10/1997
Stein-Verlag GmbH (Hrsg) (1997) Mit dem Hochwasser leben – Dokumentation einer Fachtagung mit begleitender Fachmesse, veranstaltet von der Steinakademie der Stein-Verlag GmbH in Zusammenarbeit mit der Dr. Björnsen Beratende Ingenieure GmbH (BCE) am 17. und 18. Oktober 1996 in Koblenz, Stein-Verlag GmbH, Iffezheim
Stich R (1995) Die Berücksichtigung der Forderungen des Hochwasserschutzes in den städtebaulichen Planungen und bei der Zulässigkeitsentscheidung über Bauvorhaben (unveröffentlicht)
Strähle H (1995) Hochwasserschutzstrategien des Landes Baden-Württemberg – Das integrierte Rheinprogramm, In: Stadt Köln – Der Oberstadtdirektor – Dezernat Tiefbau und Verkehr – Amt für Stadtentwässerung (Hrsg) (1995) Abwasserforum – Fachjournal für Abwassertechnik, 4. Ausg, Dezember 1995, S. 38–43
Sukopp H, Wittig R (Hrsg) (1998) Stadtökologie – Ein Fachbuch für Studium und Praxis, 2. Aufl, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm
Schweizer Wasserwirtschaftsverband (Hrsg) (1998) Geschiebetransport und Hochwasserschutz, Vorträge der Fachtagung vom 11. November 1998 in Biel, Verbandsschrift Nr. 59, Baden, Schweiz
Schweppe-Kraft B (1998) Monetäre Bewertung von Biotopen, In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg) (1998) Monetäre Bewertung von Biotopen und ihre Anwendung bei Eingriffen in Natur und Landschaft, Schriftenreihe Angewandte Landschaftsökologie, Heft 24, Bonn
Tautenhain E, Schmidt-Koppenhagen R (1996) Wirkung von wellendämpfenden Baumaßnahmen vor Hochwasserschutzwänden, In: Hafenbautechnische Gesellschaft (HTG) (Hrsg) (1996) Hochwasserschutz in Häfen, neue Bemessungsansätze, Sprechtag der Hafenbautechnischen Gesellschaft eV, Hamburg, 2. Okt. 1996
Thon R (1995) Dämme gegen Rheinfluten – baulicher Hochwasserschutz in Köln, In: Stadt Köln – Der Oberstadtdirektor – Dezernat Tiefbau und Verkehr – Amt für Stadtentwässerung (Hrsg) (1995) Abwasserforum – Fachjournal für Abwassertechnik, 4. Ausg, Dezember 1995, S. 20–31

Thorne CR (1993) Prediction of near-bank velocity and scour depth in meander bends for design riprap revetments, Riprap-Workshop, Fort Collins, Colorado, S. 980–1007
Thurn P (1986) Schutz natürlicher Gewässerfunktionen durch räumliche Planung, Beiträge zum Siedlungs- und Wohnungswesen und zur Raumordnung, Bd. 108
Tricosal GmbH (1998) Fugenband für die Bauwerksfuge, 5. Aufl, Produktinformation der Fa. Tricosal, Illertissen
UBA (s. Umweltbundesamt, Berlin)
UFT (1998) Produktinformation Rückstauventil, Red Valve, Produktinformation der Fa. Umwelt- und Fluid-Technik, Dr. Brombach GmbH, Bad Mergentheim
UFT (1999a) Produktinformation Rückstauklappe, Produktinformation der Fa. Umwelt- und Fluid-Technik, Dr. Brombach GmbH, Bad Mergentheim
UFT (1999b) Produktinformation Schlitzklappe, Produktinformation der Fa. Umwelt- und Fluid-Technik, Dr. Brombach GmbH, Bad Mergentheim
UFT (1999c) Produktinformation Biegeklappe, Produktinformation der Fa. Umwelt- und Fluid-Technik, Dr. Brombach GmbH, Bad Mergentheim
Umweltbundesamt (Hrsg) (1999) Anforderungen des vorsorgenden Hochwasserschutzes an Raumordnung, Landes-/Regionalplanung, Stadtplanung und die Umweltfachplanungen – Empfehlungen für die Weiterentwicklung, Forschungsbericht Nr. 296 16 140, UBA-FB 99-049, Berlin
VAG (1987) Stahlschütz, Produktinformation der Fa. VAG-Armaturen GmbH
Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE (1980) The River Continuum Concept, Can J Fish Aquat Sci 37
Veronese A (1937) Erosion de fond en aval d'une décharge, Univ de Padova
Versteyel LA (2000) Die Sanierung kontaminierter Flächen nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz, In: Hendler R, Marburger P, Reinhardt M, Schröder M (1999) Bodenschutz und Umweltrecht, 15. Trierer Kolloquium zum Umwelt- und Technikrecht, UTR Erich Schmidt Verlag, Berlin
Vischer D (Hrsg) (1992) Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Heft 118
Vischer D, Huber A (1993) Wasserbau – Hydrologische Grundlagen, Elemente des Wasserbaus, Nutz- und Schutzbauten an Binnengewässern, 5. Aufl, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
Vischer D (1998) Hochwasserereignisse, Hochwasserschutz; Unterschiede im Gebirge und Flachland, In: DVWK-LV Bayern eV (Hrsg) (1998)
Vogt R, Weber G, Feyrer J (1996) Planungen für den Hochwasserschutz am Beispiel der Stadt Köln, brandschutz – Deutsche Feuerwehrzeitung, 50. Jahrg, Heft 2
von Keitz S (1999) Die Einführung „stark veränderter Gewässer" in die EU-Wasserrahmenrichtlinie und ihre Auswirkungen auf den Gewässerschutz in der BRD, Wasser und Boden, 51. Jahrg, Heft 5/1999
von Terzaghi K (1925) Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage, Franz Deuticke Verlag, Leipzig und Wien
Wahl R (1982) Genehmigung und Planungsentscheidung, DVBl S. 56
Wahl R (1999) Verkehrsanlagen und Hochwasserschutz, In: Breuer (Hrsg) (1999), Hochwasserschutz im geltenden und künftigen Recht, Das Recht der Wasser- und Entsorgungswirtschaft, Heft 25, Carl Heymanns Verlag, Köln, S. 83 ff
WBW (s. WBW – Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH, Heildelberg)
WBW – Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (Hrsg) (1999) Betrieb überörtlicher Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg, Fünfter Erfahrungsaustausch, 5. Mai 1999, Göppingen, WBW – Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH, Heidelberg
Wendehorst R (2000) Bautechnische Zahlentafeln, Hrsg von OW Wetzell in Verbindung mit dem DIN, Deutsches Institut für Normung eV, bearbeitet von Hubert Achten, 29. Aufl, Verlag BG Teubner, Berlin, Köln; Beuth, Berlin
Wenka T, Bui Minh Duc, Rodi W (2000) 2D-Simulation der Strömung und des Sedimenttransports in Flüssen, Wasserwirtschaft, 90. Jahrg, Heft 6

Wieprecht S (1997) Profilaufweitung, In: DVWK – Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg) (1997 c) Maßnahmen zur naturnahen Gerinnestabilisierung, DVWK-Schriften 118/1997

Wilke K (1984) Kurzfristige Wasserstands- und Abflussvorhersage am Rhein unter Anwendung ausgewählter mathematischer Verfahren, DVWK-Mitteilungen, Nr. 65/1984, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau eV (Hrsg), Verlag Paul Parey, Hamburg

Wilke K (1997) Hochwasservorhersage am Rhein – Wunsch oder Wirklichkeit? In: Immendorf (Hrsg) (1997) Hochwasser – Natur im Überfluss? CF Müller Verlag, Heidelberg, S. 83–102

Worreschk B (1999) Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge in Rheinland-Pfalz, Wasser und Abfall, 1. Jahrg, November 1999, H. 11

Wüsthoff A, Kumpf W (2000) Handbuch des Deutschen Wasserrechts, In: Frhr von Lersner H, Berendes K (Hrsg) Loseblattsammlung, Erich Schmidt Verlag, Berlin

Wundt W (1965) Grenzwerte der Hochwasserspende und der mittleren Abflussspende in Abhängigkeit von der Fläche, Wasserwirtschaft, 55. Jahrg, Heft 1/1965, S. 1–5

Yalin S (1972) Mechanics of Sediment Transport, Pergamon Press, Oxford

Yalin S (1992) River Mechanics, Pergamon Press, Oxford

Zanke U (1999) Analytische Lösung für den Geschiebetrieb, Wasser und Boden, 51. Jahrg, Heft 6/1999

Zanke U (1982) Grundlagen der Sedimentbewegung, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Zanke U (1990) Der Beginn der Geschiebebewegung als Wahrscheinlichkeitsproblem, Wasser und Boden, 42. Jahrg, Heft 1/1990

Zanke U (1993) Zur Berechnung von Strömungswiderstandsbeiwerten, Wasser und Boden, 45. Jahrg, Heft 1

Zarn B (1992) Lokale Gerinneaufweitung, eine Maßnahme zur Sohlenstabilisierung der Emme bei Utzenstorf, In: Vischer D (Hrsg) (1992) Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Heft 118

Zeitler H (1999) § 32 WHG, In: Sieder P, Zeitler H, Dahme H, Knopp GM (Hrsg) (1999) Wasserhaushaltsgesetz und Abwasserabgabengesetz Bd. II, § 32 WHG, Loseblattsammlung, Verlag CH Beck, München

ZTV-RISS 93 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen, ZTV-RISS 93, Verkehrsblatt- Dokument B 5237, Verkehrsblatt-Verlag Borgmann GmbH und Co KG, Dortmund

ZTV-SIB 90 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, ZTV-SIB 90, Verkehrsblatt-Verlag Borgmann GmbH und Co KG, Dortmund

ZTV-StB – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau

ZTV-W – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W-SIB) Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton (Leistungsbereich 215), Ausgabe 1990

ZTV-W-SIB – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Schutz und Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken (Leistungsbereich 219), Ausgabe 1997

نورمات DIN

فولاذ البيتون (حديد التسليح)		DIN 488
الصرف خارج الأبنية: عموميات وتعاريف (متطلبات ألمانية EN 752-1).	T1	DIN EN 752
الصرف خارج الأبنية: عموميات وتعاريف (متطلبات ألمانية EN 752-2).	T2	
الصرف خارج الأبنية: حساب هيدروليكي واستنتاجات لحماية البيئة (متطلبات ألمانية EN 752-4).	T4	
البيتون وفولاذ البيتون – التصميم والتنفيذ.		DIN 1045
البيتون، البيتون المسلّح والبيتون مسبق الإجهاد – وصف المقاومة، المواصفات والصنع واختبارات الملاءمة.	T2	DIN 1045
طريقة اختبار للبيتون – البيتون الصلب، العينات المصنّعة خصيصاً لهذه الغاية.	T5	DIN 1048
تشييد الجدران.	T1-2	DIN 1053
طبقات التأسيس: الحمولات المسموح بها لطبقات التأسيس.		DIN 1054
الحمولات المسموح بها للمنشآت		DIN 1055
الإسمنت، التركيب، مواصفات الإسمنت المطلوبة		DIN 1164
نظام الاستخدام لتنفيذ المنشآت (VOB)، الجزء B: شروط التعاقد لتنفيذ المنشآت.		DIN 1961

DIN 1986	T1	منشآت صرف الأبنية والعقارات. الحساب الهندسي للمنشأة.
	T2	حساب الأقطار لمنشآت الصرف الصحي والتهوية.
	T3	قواعد عامة للتشغيل والصيانة.
	T30	المحافظة على منشآت الصرف.
	T31	مراقبة وصيانة منشآت رفع مياه الصرف الصحي.
	T32	مراقبة وصيانة بوابات حجز مياه الصرف الصحي الحاوية على العصيات الغائطية.
	T33	مراقبة وصيانة بوابات حجز مياه الصرف الصحي غير الحاوية على العصيات الغائطية.
DIN 1995		البيتومين والقطران – المتطلبات من المواد الرابطة.
DIN 1997	T1	بوابات حجز مياه الصرف الصحي غير الحاوية على العصيات الغائطية؛ المتطلبات، قواعد التأسيس، مواد الإنشاء.
	T2	قواعد الاختبار.
DIN 2425		خطط اقتصاد الإمداد، اقتصاد المياه والقيادة عن بعد.
	T5	خرائط وخطط اقتصاد المياه.
	T6	الخرائط والخطط لتصحيح المجاري المائية، الحماية من الفيضان وحماية السواحل.
DIN 4021		الاختبار من خلال التنقيب والسبور وأخذ العينات.
DIN 4220	T1	اختبارات ميكانيك التربة المحلية، الأخذ والاستطلاع لطرق اختبار خاصة.
DIN 4022	T1	تسمية ووصف التربة والصخور: ترميز الطبقات في السبور دون الحاجة لأخذ عينات نظامية بشكل دائم من التربة والصخور.

DIN 4044		الهيدروليك في المنشآت المائية؛ تعاريف.
DIN 4045		تقنية الصرف الصحي؛ تعاريف.
DIN 4047	T1	المنشآت المائية الزراعية؛ تعاريف؛ تعاريف عامة.
	T2	تعاريف؛ الحماية من الفيضان؛ حماية السواحل؛ منشآت الضخ (الرفع).
	T3	المنشآت المائية الزراعية؛ تعاريف؛ أسس ميكانيك التربة.
	T5	المنشآت المائية الزراعية؛ تعاريف؛ تصحيح وصيانة المجاري المائية.
	T7	المنشآت المائية الزراعية؛ تعاريف؛ الحماية من الجرف.
DIN 4048	T1	المنشآت المائية؛ تعاريف؛ السدود (منشآت التخزين).
DIN 4049	T1	الهيدرولوجيا؛ تعاريف أساسية.
	T2	الهيدرولوجيا؛ التعاريف الخاصة بمواصفات المجاري المائية.
	T101	الهيدرولوجيا؛ تعاريف الهطول وسماكة الثلج.
DIN 4054		المنشآت المائية في طرق المواصلات المختلفة؛ تعاريف.
DIN 4084		حسابات الهيار (الجوانب) المنحدرات وسطح الأرض.
DIN 4093	T1	طبقات التأسيس – الحقن في طبقات التأسيس – التخطيط، التنفيذ، الاختبار.
DIN 4220	T1	التقييم المحلي لبيانات التربة، الأخذ والوصف والاستطلاع بطرق اختبار خاصة.
DIN 7865		لفائف فواصل مرنة لعزل وتكتيم الفواصل في البيتون.
DIN EN 10025		نتائج اللفائف الحرارية من أنواع الفولاذ الإنشائي النقي، الشروط التقنية للتوريد.

أنواع الفولاذ غير القابلة للصدأ – الشروط التقنية للتصفيح، شريط حراري وقضبان مصفحة للخزانات المضغوطة، قضبان مسحوبة وقطع مشغولة يدوياً.		DIN 17440
عزل المنشآت – العزل ضد الماء الخارجي المضغوط.	T6	DIN 18195
الاختبارات وأجهزة الاختبار؛ حساب معامل نفاذية الماء؛ تجارب مخبرية.	T1	DIN 18130
المنشآت الترابية والأساسات؛ تصنيف الترب لأهداف تتعلق بتقنية الإنشاء.		DIN 18196
نظام الاستخدام لتنفيذ المنشآت (VOB)؛ الجزء C: شروط التعاقد التقنية العامة للمنشآت؛ الأعمال الترابية.		DIN 18300
جوانات من المواد البلاستيكية الحرارية لعزل وتكتيم الفواصل في البيتون المصبوب محلياً.		DIN 18541
تقنية الاستنبات في الغطاء النباتي الطبيعي؛ أعمال التربة.		DIN 18915
تقنية الاستنبات في الغطاء النباتي الطبيعي؛ الأعمال المتعلقة بالنبات والنباتات.		DIN 18916
تقنية الاستنبات في الغطاء النباتي الطبيعي؛ الأنواع وأعمال إكثار البذار.		DIN 18917
تقنية الاستنبات في الغطاء النباتي الطبيعي؛ أساليب الحفاظ البيولوجية الهندسية؛ الحفاظ والتأمين من خلال إكثار البذار، الاستنبات، أساليب الإنشاء بالاستنبات بالمواد الحية وغير الحية والعناصر الإنشائية، أساليب الإنشاء التجميعية (المتنوعة).		DIN 18918

تقنية الاستنبات في الغطاء النباتـــي الطبيعي؛ العناية بتطور وصيانة المساحات الخضراء.		DIN 18919
تقنية الاستنبات في الغطاء النباتـــي الطبيعي؛ حماية الأشجار والنباتات والمساحات النباتية الخضراء خلال عمليات الإنشاء.		DIN 18920
قواعد تأسيس المنشآت والتجهيزات التقنية.		DIN 19569
قواعد تأسيس لعناصر الحجز غير المغلّفة.		
بوابات حجز مياه الصرف الصحي الحاوية على العصيات الغائطية.	T1	DIN 19578
قواعد الاختبار، المراقبة.	T2	
تحقيق أمان المجاري المائية، السدات وأحزمة حماية الساحل النباتية الضيق؛ خطوط توجيهية عامة.		DIN 19657
العناية بالطبيعة.		DIN 19660
خطوط عامة وتوجيهات لتشييد المنشآت المائية؛ منشآت التقاطع، الجسور، منشآت التحويل، العبارات، الأنفاق تحت الأنهار، الأنابيب.	الصحيفة 1	DIN 19661
استثمار الجداول الجبلية الطبيعية؛ تعاريف؛ التخطيط والإنشاء.		DIN 19663
اختبارات التربة في المنشآت المائية الزراعية؛ خصائص التربة ومراقبة المياه الجوفية.		DIN 19680
اختبارات التربة في المنشآت المائية الزراعية؛ أخذ عينات التربة.		DIN 19681
طرق اختبار التربة في المنشآت المائية الزراعية؛ الاختبارات الحقلية (في هذا الموضع تم فقط عرض الصحف من 1 وحتـــى 11):		DIN 19682

تحديد ألوان التربة.	الصحيفة 1	
تحديد نوع التربة.	الصحيفة 2	
تحديد رطوبة التربة بطريقة الكربيد.	الصحيفة 3	
تحديد إجهاد الامتصاص بالتنسيومتر.	الصحيفة 4	
تحديد مستوى الرطوبة بالأصابع.	الصحيفة 5	
تحديد السعة الحقلية.	الصحيفة 6	
تحديد شدة التسرب بالاسطوانات المضاعفة - جهاز الرشح.	الصحيفة 7	
تحديد نفاذية الماء بطريقة الحفرة.	الصحيفة 8	
تحديد المسامات الكبيرة.	الصحيفة 10	
تحديد درجة التصلب (القساوة).	الصحيفة 11	
الاختبار المحلي للظروف المناخية في المنشآت المائية؛ تحديد البارامترات الميترولوجية.		DIN 19685
الاختبار المحلي للظروف المناخية في المنشآت المائية؛ الطرق المستخدمة.		DIN 19686
السدود (منشآت التخزين):		DIN 19700
الثوابت المشتركة.	الجزء 10	
السدود.	الجزء 11	
الهدارات مع سدود.	الجزء 13	
استقرار المنشآت الضخمة في المنشآت المائية.		DIN 19702
الظواهر الهيدروجيولوجية.		DIN 19711
السدات النهرية.		DIN 19712
منشآت (رفع) ضخ مياه الصرف الصحي لصرف العقارات غير المأهولة؛ منشآت ضخ مياه الصرف الصحي الحاوية على العصيات الغائطية لصرف	T1-3	DIN 19760

المباني السكنية والعقارات غير المأهولة.

منشآت (رفع) ضخ مياه الصرف الصحي لصرف العقارات؛ منشآت ضخ مياه الصرف الصحي غير الحاوية على العصيات الغائطية.	T1-3	DIN 19761
منشآت (رفع) ضخ مياه الصرف الصحي لصرف العقارات؛ منشآت ضخ مياه الصرف الصحي الحاوية على العصيات الغائطية لاستخدامات محدودة.		DIN 19762
الاختبارات البيولوجية – الايكولوجية للمجاري المائية (المجموعة M)؛ تحديد دليل التلوث (M 2).	T2	DIN 38410
اختبار البيتومين؛ تحديد الوخز الابري.		DIN 52010
اختبار البيتومين؛ تحديد نقطة التمايز الحلقة والكرة.		DIN 52011
اختبار البيتومين؛ تحديد نقطة الانهيار حسب FRAASS.		DIN 52012
اختبار الصخر الطبيعي وقطع الحجارة – تحديد الكثافة، الكثافة الخام الجافة، درجة الكتامة والمسامية العظمى.		DIN 52102
اختبار الصخر الطبيعي وقطع الحجارة – تحديد كمية المياه المتشربة وقيمة حد الإشباع.		DIN 52103
البيتومين والقطران؛ تعاريف للبيتومين والمستحضرات من البيتومين.	T1	DIN 55946
جهاز جمع الهطول؛ بمساحة استقبال (التقاط) 200 cm^3.		DIN 58666

بالإضافة إلى نورمات DIN انظر أيضاً إلى الكتب الآتية من DIN:

المنشآت الترابية والأساسات؛ نورمات VOB/StLB, StLK	– كتاب DIN رقم 36
الأعمال الإنشائية في مجال البيئة الطبيعية؛ نورمات VOB/ StLB, StLK	– كتاب DIN رقم 81
أعمال قنوات الصرف، أعمال الأنابيب المضغوطة المطمورة في التربة، أعمال الصرف، أعمال التأمين حول المجاري المائية، السدات والأحزمة النباتية حول السواحل؛ نورمات VOB/StLB	– كتاب DIN رقم 88
المنشآت المائية 1 (منشآت التخزين (السدود)، المنشآت المائية الفولاذية، منشآت الطاقة المائية)، نورمات	– كتاب DIN رقم 179
المنشآت المائية 2 (ري، صرف، اختبار التربة)، نورمات	– كتاب DIN رقم 187
الموارد المائية، تعاريف، نورمات	– كتاب DIN رقم 211

النورمات الحقوقية

قانون السكك الحديدية العام (AEG) تاريخ 27 ديسمبر BGB1. I, 1993، صفحة 2378، 2396، أقر I 1994 صفحة 2439، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 26 أغسطس 1998.

كتاب قانون البناء (BauGB) في صيغة إعلان 27 أغسطس BGB1. I, 1997، صفحة 2141، أقر BGB1. I 1998 صفحة 137.

أمر إداري اتحادي لحماية التربة ونسب العناصر الثقيلة (BBodSchV) تاريخ 12 يوليو BGB1. I, 1999 1998 صفحة 1545.

قانون الطرق العابرة الاتحادي (FStrG) في صيغة إعلان 19 أبريل BGB1. I, 1994، صفحة 854، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 18 يونيو BGB1. I, 1997 صفحة 1452.

قانون الطرق المائية الاتحادي (WaStrG) في صيغة إعلان 4 نوفمبر BGB1. I, 1998، صفحة 3294، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 25 أغسطس BGB1. I, 1998 صفحة 2489.

كتاب القانون المدنـــي (BGB) تاريخ 18 أغسطس RGB1., 1896، صفحة 195، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 21 يوليو BGB1. I, 1999 صفحة 1642.

قانون الحماية من الحرائق والإسعاف (FSHG) لمقاطعة نورد هاين – فيست فالن تاريخ 10 فبراير GV NW, 1998، صفحة 122، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 12 مايو 1998، GV NW صفحة 384.

قانون الحماية من التغيرات الضارة للتربة والتخلص من العناصر الثقيلة (قانون حماية التربة الاتحادي BBodSchV) تاريخ 17 مارس BGB1. I, 1998، صفحة 502.

قانون تنظيم الموازنة المائية (قانون الموازنة المائية WHG) في صيغة إعلان 12 نوفمبر 1996،

BGB1. I، صفحة 1695، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 25 أغسطس 1998.

قانون أساسي لجمهورية ألمانيا الاتحادية تاريخ 23 مايو 1994 ,.BGB1، صفحة 1، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 16 يونيو 1997 ,BGB1. I صفحة 1822.

قانون نظام البناء لمقاطعة هيسن تاريخ 20 ديسمبر 1993 ,.GVB1، صفحة 655، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 27 فبراير .GVB1، صفحة 34.

قانون نظام البناء لمقاطعة ساكسونيا السفلى في صيغة 13 يوليو 1995 ,.GVB1، صفحة 199.

قانون الشرطة لمقاطعة نورد هاين – فيست فالن (PolG NW) في صيغة إعلان 24 فبراير GV NW, 1990، صفحة 70، صدق GV NW 1990, صفحة 580، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 24 نوفمبر GV NW, 1992 صفحة 446.

قانون التنظيم المحلي (ROG) تاريخ 18 أغسطس BGB1. I, 1997، صفحة 2081، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 15 ديسمبر BGB1. I, 1997، صفحة 2909.

قانون المياه لمقاطعة نورد هاين – فيست فالن (قانون مياه المقاطعة LWG) في صيغة إعلان 25 يونيو GV NW, 1995، صفحة 926 .

قانون المياه لمقاطعة راينلاند – بفالس في صيغة إعلان 14 ديسمبر 1990 ,.GVB1، 1991، صفحة 11، تم تغييره بالقانون الصادر بتاريخ 5 أبريل GVB1, 1995، صفحة 69.

ملاحظة

قوانين تنظيم البناء وقوانين التخطيط في المقاطعات

لقد تم الاستغناء عن اختبار جميع قوانين تنظيم البناء وقوانين التخطيط في المقاطعات؛ انظر اختبار تعليمات البناء والتخطيط القانونية للمقاطعات لـــ KREBS (1999).

قوانين المياه في المقاطعات

لقد تم الاستغناء عن اختبار جميع قوانين المياه في المقاطعات؛ انظر اختبار ومسودة التعليمات القانونية الهامة للمقاطعات في مجال قانون المياه لـــ WUSTHOFF and KUMPF (1999).

الرموز المستخدمة في الكتاب

الرمز	الواحدة	المعنـــى
a	m	التباعد
a_m	m	ارتفاع الجريان فوق المدارات الجانبية
A	m^2	المساحة، مساحة الأرضية
A	mm	الجريان في علاقة الموازنة المائية (الفصل الثالث)
A_{Eo}	Km^2	الحوض الساكب، فوق سطح الأرض
A_i	m^2	المقطع الجزئي
A_v	mm	الفاقد البدئي
b	m	التباعد
b_{sp}	m	عرض سطح الماء
B	m	العرض
B	mm	مقدار النقص في الموازنة المائية (الفصل الثالث)
B_A	m	عرض جهة الركيزة المواجهة للجريان
$B_{Brü}$	m	عرض المجرى المائي تحت الجسر
c_a	–	التلاصق
c_0	–	المعامل المتعلق بمواصفات المادة
c_s	–	بارامتر الانحراف
c_u	KN/m^2	صلابة القص
c'	KN/m^2	التلاحم الفعّال
C_0	N/m^2	التلاحم
cal φ'	°	قيمة حسابية لزاوية الاحتكاك الداخلي في الترب المتماسكة وغير المتماسكة
cal c'	KN/m^2	قيمة حسابية للتلاحم

$cal\ c_u$	KN/m^2	قيمة حسابية لمقاومة القص من التجارب غير المصرّفة للترب المتماسكة المشبعة
CN	–	بارامتر المنطقة في طريقة SCS
d	m	القطر، السماكة
d_{ch}	m	القطر المميّز
d_{hy}	m	القطر الهيدروليكي
d_m	mm	قطر الحبات الوسطي لمادة القاع
d_{10}	cm	قطر المنخل الذي يمرر 10% من العينة
d_{60}	cm	قطر المنخل الذي يمرر 60% من العينة
D	–	كثافة التوضع (كثافة التربة في مكانها)
D^*	–	قطر الترسيب (القطر الأصغري الذي تترسب الحبات بموجبه)
D_p	m	قطر الركائز (الأعمدة)
e	m	اللامركزية (الفصل الرابع)
e	–	العدد المسامي (الفصل السابع)
E_{si}	KN/m^2	معيار القساوة (معامل المرونة)
f	–	معامل الحبات
F	N	قوة ضغط التربة
F_A	N	قوة الرفع الهيدروستاتيكي
F_H	N	قوة ضغط الماء الأفقية
F_q	m	الارتفاع الحر
F_V	N	قوة ضغط الماء الرأسية
Fr	–	عدد فرويد
Fr^*	–	عدد فرويد للمادة الصلبة
g	m/s^2	تسارع الجاذبية الأرضية ($g = 9,81 m/s^2$)
h	m	عمق الماء، ارتفاع الحجز

h_{eff}	mm	الهطول الفعّال للجريان
h_E	m	ارتفاع الطاقة
h_{geo}	m	ارتفاع الضخ الجيوديزي
h_{gr}	m	العمق الحدي
h_i	m	سماكة طبقة التربة i
h_k	m	عمق الحفر
h_{man}	m	ارتفاع الضخ المانومتري
h_n	mm	مقدار الهطول
h_0	m	عمق الماء في جزء الجريان المستقيم
$h_{s,geo}$	m	ارتفاع الامتصاص الجيوديزي
h_s	m	ارتفاع الامتصاص
h_u	m	عمق الماء في الطرف السفلي وارتفاع الطاقة فوق منطقة الحفر
h_U	m	ارتفاع الجريان فوق الهدار
h_v	m	ارتفاع الفاقد
$h_{v,D}$	m	ارتفاع الفاقد في أنبوب الدفع
$h_{v,k}$	m	الفواقد الدائمة (المنتظمة)
$h_{v,l}$	m	فواقد الجريان المحلية
$h_{v,s}$	m	ارتفاع الفاقد في أنبوب الامتصاص
H	m	فرق الارتفاع
Hq	$l/(s.km^2)$	تصريف الفيضان من واحدة المساحة
HQ	m^3/s	تصريف الفيضان
$H_{1/3}$	m	33% من ارتفاع الموجة
i	–	الميل الهيدروليكي
I	–	الميل
I_c	–	دليل قوام التربة
I_D	–	كثافة التوضع النسبية
I_{eff}	mm/h	شدة الهطول الفعّال للتصريف
I_E	–	ميل الطاقة

I_f	–	قابلية الرص
i_{kit}	–	تدرج الجريان النوعي للتربة
I_P	–	دليل اللدونة
I_s	–	ميل القاع
J_s	m^4	عزم العطالة بالنسبة للمحورx، المحور الموازي للمحور المار من مركز الثقل
J_{xz}	m^4	العزم الطارد المركزي للمساحة بالنسبة للمحورين x,z
k_b	mm	الخشونة الآنية
k_f	m/s	معامل نفاذية الماء
k_b	mm	الخشونة الآنية
k_{ST}	$m^{1/3}/s$	معامل شتركلر
k_T	–	قيم توزيع بيرسن PEARSON-III – معامل التكرار (انظر الجدول 3–5)
k	–	ثابت التخزين
L	m	طول الأنبوب، طول الجريان
L_c	m	طول الجزء المميّز
L_R	m	الطول المرجعي
L_U	m	المحيط المبلول
$L_{Ü}$	m	طول الهدار الجانبـــي
$\dot{L}$	m	طول الجزء الواقع بين السدة والمجرى
m	–	نسبة عرض القاع السفلي والعلوي للقناة المكشوفة (الفصل الرابع)
m	g	كتلة العينة الرطبة (الفصل الخامس)
m_d	g	كتلة العينة الجافة
m_G	kg/(m.s)	كمية المواد المجروفة
m_w	g	كتلة الماء في المسامات
MHQ	m^3	الفيضان الوسطي
n	–	تكرار الهطول المحتمل (الفصل الثالث)

n	$s/m^{1/3}$	معامل مانينغ الفقرة (4-4-2)
n	l/min	سرعة الدوران (الفقرة 4-7-4)
n	–	المسامية (الفصل السابع)
n_a	–	نسبة المسامات المملوءة بالهواء
n_g	l/min	السرعة النوعية
n_w	–	نسبة المسامات المملوءة بالماء
N	mm	ارتفاع الهطول
N_T	mm	مقدار الهطول الذي يتكرر في زمن محدد
p	N/m^2	الضغط
p_0	N/m^2	الضغط النسبي (ضغط المقارنة)
P_a	N/m^2	الضغط الجوي
P_{abs}	N/m^2	الضغط المطلق
P_D	N/m^2	ضغط التبخر
P_{st}	N/m^2	ضغط الماء الهيدروستاتيكي
q	$m^3/(s.m)$	التصريف لكل متر عرض من المجرى (الفصل السابع)
q	l/(s.m)	التصريف المسموح به الذي يتجاوز حافة السدة نتيجة الأمواج (الفصل السابع)
Q	m^3/s	التصريف
Q_B	m^3/s	التصريف الأساسي
Q_D	m^3/s	التصريف المباشر
Q_I	m^3/s	التصريف الوارد إلى المجرى المائي من الطبقات السطحية بعد هطول مطري أو ثلجي
QA	m^3/s	التصريف
QZ	m^3/s	الغزارة الواردة
Q_P	m^3/s	غزارة الضخ (تصريف المضخة)
Q_V	m^3/s	التصريف فوق المنطقة بين السدة والمجرى المائي

r_a	m	نصف القطر الخارجي
r_{hyd}	m	نصف القطر الهيدروليكي
r_i	m	نصف القطر الداخلي
R	m	نصف قطر المنحنـــي (الفصل الرابع)
R	mm	التخزين
R	m	الخطر الهيرولوجي (الفصل الثالث)
Re	–	عدد رينولدز
Re^*	–	عدد رينولدز للمواد الصلبة
Rk	–	المقاومات
S	mm	مقدار التخزين في علاقة الموازنة المائية
S	m^3	حجم التخزين (الفصل الثالث)
s_f	kN/m^2	قوة الجريان
s_{HQ}	m^3/s	الانحراف المعياري (في قيم الجريان)
s_i	m	هبوط طبقة التربة
s_K	–	التأثيرات
s_N	m^3/s	الانحراف المعياري
s_r	–	درجة الإشباع
t	min	مدة الهطول (الفصل الثالث)
t	min	الترطيب الآنـــي (الفصل الخامس)
t	m	سماكة الإطار
t'	m	ارتفاع التربة المبلل من جهة الماء
T	C°	درجة الحرارة (الفصل الرابع)
T	1/a	الزمن الذي يتكرر فيه الفيضان (الفصل الخامس)
T_c	h	زمن التركيز
u	$m^3/(s.mm)$	بارامتر المنحنـــي الواحدي

دليل عدم الانتظام	–	U
سرعة الجريان (الفصل الرابع)	m/s	v
حجم المسامات المليئة (الفصل الخامس)	m^3	v
التبخر	mm	V
سرعة الجريان الحرجة	m/s	v_{cr}
سرعة إجهاد الجر الحرجة	m/s	v^*_{cr}
السرعة في جهة الضغط	m/s	v_D
السرعة الحدية	m/s	v_{cr}
حجم الحبات	cm^3	v_k
السرعة عند بدء الحركة	m/s	v_0
السرعة الوسطية الحرجة	m/s	$v_{m,cr}$
سرعة الجريان (الوسطية محليا)	m/s	v_{mr}
السرعة في جهة الامتصاص	m/s	v_s
حجم السائل المضغوط	m^3	V_v
منسوب الماء (الفصل الثالث)	m	w
ارتفاع الهدار (الفصل الرابع)	m	w
الرطوبة (الفصل الخامس)	–	w
القوى الخارجية بدون قوة ضغط الماء	N	W
حد السيولة	–	w_l
حد الدلفنة	–	w_D
نسبة الماء إلى الإسمنت	–	w/z
متحول الاحتمال المستقل	–	X_i
بعد المركز الوسطي للضغط حتـــى المحور z	m	x_D
متحول الاحتمال غير المستقل	–	Y_i
الأضرار الأعظمية	–	Y_{max}
الأضرار الأصغرية	–	Y_{min}

z	m	الارتفاع الجيوديزي
z	m	عمق فاصل الانزلاق (الفصل السابع)
z_D	m	بعد المركز الوسطي للضغط عن سطح الماء
z_e	m	الحجز الناجم عن التضايق في المقطع
z_r	m	الحجز الناجم عن الاحتكاك
z_s	m	بعد مركز ثقل السطح عن سطح الماء

الإحداثيات

x	m	الإحداثي باتجاه الجريان (طولانـــي)
y	m	الإحداثي العرضانـــي على اتجاه الجريان (أفقي)
z	m	الإحداثي العمودي على اتجاه الجريان (رأسي)

الرموز اللاتينية

α	–	معامل الجريان (الفصل الثالث)
α	°	زاوية الميل (الفصل الرابع)
β	–	معامل الشكل (الفصل الرابع)
β	°	ميل الجانب (المنحدر) (الفصل الخامس)
γ	kN/m^3	الوزن النوعي
γ'	kN/m^3	الوزن الحجمي للتربة تحت الرفع الهيدروستاتيكي (الوزن النوعي الظاهري)
$\Delta\gamma'$	kN/m^3	تغيّر الوزن الحجمي
γ_d	kN/m^3	الوزن الحجمي الجاف
γ_f	–	معامل أمان جزئي
γ_M	–	معامل أمان جزئي
γ_r	kN/m^3	الوزن الحجمي للتربة المشبعة
γ_s	kN/m^3	الوزن النوعي لحبات التربة (الوزن النوعي الصلب)
γ_w	kN/m^3	الوزن النوعي للماء

معامل الفاقد	–	ζ
معامل فاقد الدخول	–	ζ_E
معامل فاقد الانحناء	–	ζ_K
معامل فاقد العبور	–	ζ_D
ثابت شكل الركيزة	–	ζ_S
ثابت الجريان للركيزة	–	ζ_α
معامل الأمان	–	η
الزاوية بين المجريين المائيين عند نقطة التقائهما	°	Θ
معامل المقاومة في قانون الجريان العام	–	λ
معامل الخروج	–	μ
معامل الجريان فوق الهدار	–	μ_s
اللزوجة الكينامتيكية	m/s^2	ν
الكثافة (الفصل الرابع)	kg/m^3	ρ
الكثافة الرطبة (الفصل الخامس)	g/cm^3	ρ
الكثافة الجافة (الفصل الخامس)	g/cm^3	ρ_d
كثافة الحبات	g/cm^3	ρ_s
كثافة الماء	kg/m^3	ρ_w
كثافة المادة الصلبة	kg/m^3	ρ_F
الكثافة النسبية للمادة الصلبة	kg/m^3	ρ'
إجهاد الجر	N/mm^2	σ_z
إجهاد الجر الفعّال	kN/m^2	σ'

$\Delta\sigma i$	kN/m^2	تغيّر الإجهاد الوسطي في طبقة التربة i
τ	kN/m^2	إجهاد القص
τ_0	N/m^2	إجهادات السحب
τ_{cr}	N/m^2	إجهادات السحب الحرجة لمادة القاع
$\varphi(t, n)$	–	معامل الزمن حسب راينهولد (REINHOLD)
φ_{mob}	°	الزاوية المتغيرة للاحتكاك الداخلي
φ'	°	الزاوية الفعّالة للاحتكاك الداخلي
ϕ	m	ارتفاع المنسوب البيزومتري

الأحرف اللاتينية المستخدمة

α -a- Alpha	β -b- Beta	γ -g - Gamma	δ, Δ-d - Delta
ε -e`- Epsilon	ζ - z- Zeta	η- e`- Eta	θ- th- Theata
λ- l - lambda	μ - m - Mu	ν- n- Nu	ξ- x- ksi
π-p- pi	ρ -r- Rho	σ-s- Sigma	τ-t - Tau
φ, ϕ- ph- phi			

الدلائـــل

abs	المطلق
ch	مميّز
cr	حرج
D	منسوب إلى المركز الوسطي للضغط
erf	الضروري
F	سرير النهر، المجرى الرئيسي (الوادي الخالي من النباتات)
geo	الجيوديزي
ges	الكلي
gr	ترتيب بالنسبة للقيمة الحدية

الدلائل المتحولة	i,k
غير مستقر	instat
الحالة الواقعية (الموجودة على أرض الواقع)	ist
اليساري	l
القيمة الوسطية	m
المانومتري	man
الأعظمي، الأصغري	max,min
الدليل المتحول	n
الأعلى	o
الأصل، القيمة البدائية، البدء	0
اليمين	r
هيدروستاتيكي	st
مستقر	stat
القاع	So
الزمن	t
السطح الفاصل	T
أسفل	u
غير كامل	unv
ارتفاع الجريان فوق الهدار	u
كامل	volk
الحجم	V

الاختصارات المستخدمة في الكتاب

قانون السكك الحديدية العام	AEG
دائرة العمل	AK
اتحاد تكنولوجيا الصرف الصحي Hennef، eV (اليوم ATV-DVWK)	ATV
الاتحاد الألمانـــي لاقتصاد المياه، الصرف الصحي والنفايات الصلبة Hennef, eV	ATV-DVWK
كتاب قانون البناء	BauGB
صحيفة القانون الاتحادي	BGBI.
إدارة مقاطعة بافاريا لاقتصاد المياه، ميونخ	BayLfw
محكمة مقاطعة بافاريا العليا	BayObLG
وزارة الدولة في بافاريا لتطوير المقاطعة والبيئة، ميونخ	BayStLMU
صحيفة التنظيم في بافاريا	BayVBI
قانون المياه في بافاريا	BayWG
قانون الحماية من تغيرات التربة الضارة والتنقية من العناصر الثقيلة (قانون حماية التربة الاتحادي)	BBodSchG
قانون العناصر الثقيلة وحماية التربة الاتحادي	BBodSchV
المؤسسة الاتحادية للمياه، كوبلنـــز	BfG
كتاب القانون الوطنـــي	BGB
صحيفة القانون الاتحادي	BGBI
محكمة العدل الاتحادية	BGH
وزير النقل الاتحادي	BMV

الوزارة الاتحادية لشؤون البيئة وحماية الطبيعة وأمان المفاعلات النووية، بون/برلين	BMU
قانون حماية الطبيعة الاتحادي	BNatSchG
محكمة الإدارة الاتحادية	BVerwG
قرار محكمة الإدارة الاتحادية	BVerwGE
اتحاد مهندسي المنشآت المائية والراعيين، eV	BWK
الرابطة الألمانية للبيتون المسلّح	DAfStb
الرابطة الألمانية للمنشآت الفولاذية	DAfSt
اتحاد البيتون الألمانــــي، .e.V	DBV
رابطة البحث الألمانية، بون	DFG
نموذج سطح الأرض التفصيلي (الرقمي)	DGM
النورم الأوربــــي DIN	DIN EN
المعهد الألمانــــي لتكنولوجيا البناء	DIBt
الكتب السنوية الميترولوجية الألمانية	DMJ
صحيفة الإدارة الألمانية	DVBl
الرابطة الألمانية لاقتصاد المياه والزراعة eV، بون (اليوم ATV-DVWK)	DVWK
الاتحاد الألمانــــي لاختصاص الغاز والماء eV، بون (اليوم -ATV (DVWK	DVWG
التوجهات الأساسية في إطار المياه الأوروبية	EU- WRRL
المجموعة الأوروبية	EG
قانون الحماية من الحريق والنجدة لمقاطعة نوردهاين فيست فالن	FSHG
قانون الطرق السريعة (بين المدن) الاتحادي	FStrG

نظام المعلومات الجغرافي	GIS
القانون الأساسي	GG
قانون صحف التنظيم	GV
قانون صحف التنظيم لمقاطعة نوردهاين فيست فالن	GV NW
تنظيم البناء في مقاطعة هيسن	HeBO
محكمة العدل الادارية لمقاطعة هيسن	HessVGH
لجنة دراسة الفيضان لنهر الراين	HSK
الناشر	Hrsg.
رابطة تكنولوجيا إنشاء المرافئ eV، هامبورغ	HTG
تحليل التكلفة – الفائدة	KNA
حساب مقارنة التكلفة	KVA
تحليل فعالية التكلفة	KWA
رابطة المقاطعات "حماية الطبيعة، العناية بالبيئة والاستجمام"	LANA
مجموعة عمل المقاطعات "الماء"	LAWA
قانون الماء في المقاطعة	LWG
مؤتمر وزراء التخطيط	MKRO
القانون الاتحادي الخاص بحماية الطبيعة والوطن	NHG
مقاطعة نورد هاين فيست فالن	NRW

تحليل قيمة الفائدة	NWA
المجلة الجديدة لقانون الإدارة	NVwZ
سلطات البناء العليا في وزارة الدولة للشؤون الداخلية في بافاريا، ميونخ	OBB
طريقة التقييم العامة	OBV
قانون منظمة الشرطة في مقاطعة نورد هاين فيست فالن	POG NW
قانون الشرطة في مقاطعة نورد هاين فيست فالن	PolG NW
صحيفة قانون الملكية	RGBI
السلطة الحكومية لاقتصاد الماء والنفايات الصلبة	StAWA
كتاب الخدمات المعيارية	StLB
مصلحة البيئة الحكومية	StUA
الإدارة الاتحادية لمؤسسات المساعدة التقنية	THW
قانون حقوق المساعدة – لمؤسسات المساعدة التقنية	THW-HelfRG
المصلحة الاتحادية للبيئة، برلين	UBA
اختبار التحمّل البيئي	UVP
دراسة التحمّل البيئي	UVS
قانون التحمّل البيئي	UVPG
قانون طريقة الإدارة	VwVfG

قانون الطرق المائية الاتحادي	WaStrG
تنظيم المنشآت المائية (سويسرا)	WBV
قانون تنظيم الموازنة المائية (قانون الموازنة المائية)	WHG
قانون رابطة المياه	WVG
مصلحة اقتصاد المياه	WWA

مصدر الصور

W. Binder

الصور 8.2, 8.8, 8.12, 8.13, 8.15, 8.16, 8.17, 8.20

H. Brombach

الصورة 7.61

F. Hemker

الصورة 8.23

P. Jurging

الصور 8.1, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.9, 8.10, 8.11, 8.14, 8.18, 8.19

B.Laerbuch

الصور 6.8, 6.9 a

H. Patt

الصور 6.7, 6.12, 6.13, 7.1, 7.3, 7.4, 7.46 a, 7.46 b, 7.88, 7.90, 7.91

E. Stadtler

الصور 6.9 b, 7.7, 7.53 b, 7.106 a, 7.106 b, 7.108, 7.109, 7.110

Munchener Ruckversicherung (مؤسسة التأمين المزدوج في ميونخ)

الصورة 10.1

Wasserwirtschaftsamt (مصلحة اقتصاد المياه)

الصورة 7.2

Wasserwirtschaftsamt Landshut (مصلحة اقتصاد المياه في لاند شط)

الصورة 8.21, 8.22

H. Stahl

الصورة 7.77

قاموس المصطلحات العلمية المستخدمة

لقد أخذت المصطلحات الواردة في هذا القاموس من الأبحاث العلمية المنشورة الآتية:

- أكاديمية بافاريا لحماية البيئة والعناية بالطبيعة (نشرت في 1993) تعاريف من ايكولوجيا، استغلال الأرض وحماية البيئة "معلومات رقم 4".
- معجم الحقوق – Creifelds، Kaufmann, H. (الناشر)، C.H.، مطبعة بيك، ميونخ.
- نورمات – DIN (بشكل خاص المعجم DIN 211 – المياه، تعاريف).
- مصلحة البيئة الاتحادية (نشرت في 1993) ما الذي تريد معرفته عن الماء والبيئة"، مطبعة كول هامر، شتوتغارت، برلين، كولن، ماينـــز.

الجريان

تعريف عام: الماء الذي يجري تحت تأثير الجاذبية الأرضية فوق وتحت سطح الأرض.

تعريف كمي: حجم الماء الذي يجتاز مقطع محدد والذي يأتـــي من حوض ساكب في واحدة الزمن.

معامل الجريان

حاصل القسمة الناتج من قسمة ارتفاع الجريان المباشر (الهطول الفعّال) على ارتفاع الهطول العائد لحادثة الهطول المعتبرة.

تكوّن الجريان

جميع العمليات التـــي تساهم في تشكيل الهطول الفعّال للجريان في حوض ساكب.

ارتفاع الجريان

الجريان في المنطقة والذي ينتج من قسمة مجموع الجريان على مساحة الحوض الساكب.

تركيز الجريان

تحويل الهطول الفعّال (الجزء من الهطول الذي يكون فعالاً كجريان مباشر) إلى منحنـــي

الجريان المباشر من الحوض الساكب السطحي.

نظام الجريان

الحركة المميّزة للجريان في مجرى مائي والمقررة من خلال العوامل الهامة للمنظومة.

مقدار الجريان (ارتفاع الجريان)

حاصل القسمة الناتج من الجريان على مساحة الحوض الساكب (من واحدة المساحة).

الهطول الفعّال للجريان

أيضاً ما يسمى الهطول الفعّال – جزء من الهطول في منطقة، والذي يصبح فعالاً كجريان مباشر.

الوسط الميت

غير حي، بدون عمليات حياتية.

مياه الصرف الصحي

هي المياه التـــي تغيّرت مواصفاها الطبيعية من خلال استخدامها في المنازل والصناعة والزراعة والاستخدامات الأخرى.

منشآت الصرف الصحي

هي المنشآت المستخدمة لصرف مياه الصرف الصحي (المياه العادمة) وخاصة لتجميعها وترحيلها بعيدا ومعالجتها ومن ثم جرها مرة أخرى وترسيبها وترشيحها والري بها بالإضافة إلى صرف الوحل الناتج في هذه المحطات بالعلاقة مع تصريف هذه المياه.

معالجة مياه الصرف الصحي

وصف شامل لمجموع التقنيات المستخدمة في تخفيض كمية المواد الموجودة ضمن مياه الصرف الصحي من خلال الطرق البيولوجية والكيميائية والميكانيكية.

خطط الإنذار

الخطط الموضوعة لتنظيم استخدام الكادر البشري ووسائل المساعدة التقنية والإجراءات والخطط المنهجية لمكافحة الأضرار.

الرسوبيات طمي، الترب الرسوبية

المواد التــي تجرف في الأودية من المياه والتــي تترسب في أماكن أخرى من هذه الأودية (الزلط أو المواد المترسبة الناعمة).

الأحياء البرمائية (Amphibian)

الأحياء التــي تعيش في الماء وعلى اليابسة.

الوسط البر مائي لمجرى مائي

الوسط الذي يحدث فيه تبدل دائم بين حالات الغمر والجفاف (منطقة تبدل مائي).

انتروبيولوجيا

الحادثة التــي يتسبب بها الإنسان أو يؤثر بها.

الأحياء المائية

الأحياء التــي تعيش ضمن الماء.

الوسط الحيوي لمجرى مائي

المنطقة التــي تغطى بشكل دائم تقريباً بالماء.

الوادي النهري

هي المساحات المتواجدة حول مجرى مائي والتــي تتأثر بشكل مباشر أو غير مباشر بحادثة الفيضان (غمر، مناسيب مياه مرتفعة ومتأرجحة جداً)، يمكن للمرء أن يعتبر في كثير من أشكال وطبائع المجاري المائية الوادي النهري مطابقاً للوديان الأساسية المحدودة بالجبال.

ديناميكية الأودية النهرية

مجموع الأفعال التــي تنتج من التصاريف (من الفيضان الأصغر إلى الفيضان الأعظم حسب مدتها وتكرارها وتوزعها على مدار العام) وحوادث الغمر المرتبطة بهذه الفيضانات (الغمر على جوانب المجرى، أشكال الحجز المتولدة) والمواد الصلبة المجروفة المتحركة مع هذه الفيضانات (المواد المجروفة مثل الرمل، المواد العالقة والأخشاب الميتة) بالعلاقة مع سرعات الجريان (الحت، انتقال مواد قاع المجرى والرسوبيات) وتأرجحات منسوب المياه الجوفية في الوادي.

غابة الأودية النهرية

جميع الأشجار والأدغال المتواجدة في أودية المجاري المائية والتــي تتحمّل مناسيب المياه الجوفية المرتفعة وحوادث الغمر أو تحتاج إليها.

زيادة الاستهلاك

تخفيض المخزون المائي السطحي أو الجوفي المحسوب في منطقة محددة.

الترسيب

ترسيب المواد المجروفة والمواد الناعمة العالقة في سرير المجرى المائي.

الرفع

ارتفاع جسم مجروف أو متعرّض للجريان إلى الأعلى عكس قوة الثقالة بسبب فرق الضغط.

قوة الرفع

مركبة قوة الماء الرأسية المتجهة نحو الأعلى

التغطية الخارجية (الستارة الخارجية الأمامية)

طبقة العزل الموضوعة على الجانب المائي من مواد إنشاء طبيعية أو اصطناعية.

الفيضان على الضفاف

خروج المياه من سرير المجرى المائي

منسوب الماء الذي يبدأ به الفيضان فوق الضفاف

منسوب الماء الذي يبدأ به الفيضان على الضفاف

التصريف القاعدي

الجزء من التصريف الذي لا يمثل تصريفاً مباشراً

كتاب قانون البناء

تم في كتاب قانون البناء (Bau GB) جمع كل الأسس القانونية لتنظيم المدن عمرانياً طالما أنها تخص التشريع القانونــي للاتحاد في كتاب قانون موحّد. بينما يمثل كتاب قانون البناء

الجانب القانونـــي للتخطيط في البناء (هل يمكن البناء، أين، كيف) يهتم تنظيم البناء في المقاطعات بتشريع الجانب التقنـــي والإنشائي وبطرق الإشراف على عملية البناء أيضاً.

المخطط التنظيمي للبناء

يجب أن ينظّم المخطط التنظيمي تطور البناء في المدن، لذا يجب تنظيم استغلال المساحات الفارغة من أجل البناء أو لأهداف أخرى من خلال خطط البناء (خطط استغلال المساحات وخطط البناء).

قانون تنظيم البناء

هي الأسس القانونية التـــي بموجبها نظمّت الشروط القانونية المادية لتأسيس وتغيير وإيقاف عمليات بناء المنشآت والطرق القانونية الإنشائية. لم يتم في قانون تنظيم البناء وضع ضوابط للمعطيات القانونية لتخطيط البناء.

خطة الإنشاء

تحتوي خطة الإنشاء (B-plan)، كخطة إدارية ملزمة، جميع الثوابت الملزمة قانونياً لتنظيم البناء في المدينة. وتشكل خطة الإنشاء الموضوعة من جميع النواحي كلائحة قانونية الأساس اللازم للإجراءات الضرورية لاستكمال لاحق لكتاب قانون البناء.

إنشاء السدات

منشآت تستخدم في تنظيم المجرى المائي وتهدف بشكل رئيسي لتحسين ظروف الجريان ومنسوب الماء والحماية من الفيضان.

تصريف الفيضان التصميمي

التصريف الأعظمي الذي يتكرر مرة واحدة في فترة زمنية محددة أو الذي لأجله تحسب وتصمم المنشآت حول النهر.

منطقة قاع المجرى المائي

منطقة في قاع المجرى المائي وتقسم إلى منطقة شاطئية (Littoral) (منطقة الضفة من قاع المجرى المائي) ومنطقة الأعماق (Profound).

الأحياء القاعية

مجموعة الأحياء الحيوانية والنباتية التـــي تعيش في قاع المجرى المائي التـــي تلتصق بالقاع أو بالتربة أو بارتفاع بسيط فوق القاع.

الطراز الحيوي (Biotype)

وسط حيوي لمجموعة من الأحياء التـــي تعيش في محيط محدد وله مواصفات محددة جداً مقارنة بالأوساط المجاورة.

المجموعة الحيوية

مجموعة أحياء تعيش في وسط حيوي معيّن وتمتلك تنوّعاً حيوياً منتظماً ووفيراً من أنواع النباتات الدقيقة والتـــي تتبادل الأدوار فيما بينها.

جانب السدة (المنحدر)

الجانب الداخلي: جانب السدة من جهة الماء.

الجانب الخارجي: جانب السدة من جهة اليابسة.

السدة

سد من المواد الترابية للحماية من الفيضان والسيول الجارفة (تحجز المياه لفترة محدودة) ويمكن أن نميّز بين:

السدة الداخلية: السدة التـــي تفصل برك التخزين للحد من الأضرار التـــي تنشأ عن انهيار سدة ما.

السدة النهرية: السدة التـــي تقام حول المجاري المائية وتتعرض على الغالب لضغوط هيدروستاتيكية.

سدة التوجيه: السدة التـــي تقام لتجبر تيار الفيضان على سلوك اتجاه محدد.

سدة برك التسرب: السدة التـــي تحيط بمياه ينابيع التصريف وتمنعها من الانتشار.

السدة الحلقية

السدة التـــي تحيط بالمنطقة المراد حمايتها من كل الجوانب وتمنع مياه الفيضان من اجتيازها.

سدة الحجز المرتد

السدة المقامة في منطقة المصب لنهر رافد وهي تتصل مع السدة المقامة حول النهر الرئيسي وتمنع من الغمر من خلال الحجز المرتد.

السدة القديمة (الخارجة من الاستثمار)

السدة التـــي لم يعد لها أية وظيفة حماية أخرى.

السدة الصيفية (السدة الانتقالية)

السدة التـــي يمكن للفيضان اجتيازها لفترة وجيزة.

منحنـــي السدة

مسار سدة ما مع جميع المنشآت المقامة عليها والتجهيزات الأخرى.

بوابة السدة

فتحة من السدة قابلة للإغلاق مقامة لتنفيذ طريق ما.

مراقبة السدة

الفحص الدوري المنتظم للحالة النظامية لسدة مقامة وفق التعليمات القانونية للرقابة الحكومية.

طريق الدفاع عن السدة

هو الطريق المعبّد على طول الواجهة الخارجية (اليابسة) للسدة والذي لا يغمر في مرحلة الفيضان، ومهمته تسهيل أعمال الصيانة للمجرى المائي ونقل التجهيزات ومواد البناء إلى السدات المتضررة والممكن أن تتضرر.

الطفيليات

الكائنات التـــي تعيش على المواد العضوية للكائنات المنتجة الميتة والمستهلكة الأخرى مثل البكتريا والفطور. وتتبدل خلال هذه العمليات العناصر العضوية إلى العناصر اللاعضوية وتوفر بذلك مواد مغذية للكائنات المنتجة الحية مرة أخرى (سلسلة التغذية).

الجريان المباشر

مجموع الجريانات الناجمة عن الجريان السطحي وجزء الجريان الذي يرد المجرى المائي

كاستجابة لحادثة مرت (هطول مطري أو ذوبان ثلوج) من طبقات التربة القريبة من سطح الأرض (التصريف الوسيط (الآنـــي)).

الاستعداد

درجة التحضير لمشروع اختباري يبيّن مدى الاستعداد لحدوث أو وقوع خطر ما.

التمايز

مقياس للتنوع في الأنواع والبيئة.

الصرف

تعريف شامل لخط الصرف أو طبقة التصريف.

ماء الصرف

الماء الذي يصرف من السدة أو من أساس السدة إلى المناطق الأخفض.

خط الصرف

تعريف شامل للخط الذي يشمل أنابيب الصرف وعملية استقبال المياه الخارجة من طبقة الصرف وجرها بعيداً.

الضغـــــط

الضغط المطلق: الضغط الموافق للضغط صفر في الوسط المفرّغ من الهواء.

الضغط الستاتيكي: الضغط في السوائل الساكنة.

منحنـــي الضغط: المنحنـــي الذي يصل بين قيم الضغوط الممثلة بيانياً.

الاستمرارية

تصف استمرارية المجرى المائي، في المعنـــى الأوسع التصريف الدائم والمستمر في المجرى المائي ونقل المجروفات وإمكانية تنقل الأحياء المائية في هذا المجرى.

الهطول المؤثر

أو ما يعرف بالهطول الفعّال للجريان حيث أنه جزء من الهطول فوق المنطقة الذي يشارك في الجريان مباشرة.

الحوض الساكب

جزء من سطح الأرض الذي يساهم بجريان الماء إلى مقطع مجرى مائي محدد.

منحنيات ارتفاعات الطاقة

منحنـــي يصل بين قيم ارتفاعات الطاقة الممثلة تخطيطياً بشكل عمودي فوق منسوب المقارنة.

الاستجمام

إعادة تنشيط القوى الجسدية والنفسية والروحية للإنسان.

التحفظ في منح الترخيص

لا يقصد بالتحفظ في إعطاء الترخيص منع تنفيذ فعل ما بموجب هذا التحفظ وإنما يجب أن يجري تنفيذه فقط بعد أن تتم مراقبة مسبقة وحقيقية من قبل السلطات المسؤولة لتنفيذ الالتزام المرتبط بهذا الترخيص أو الموافقة من قبل طالب الترخيص.

التقديـــــر

حرية اتخاذ القرار، التـــي يجب أن تنشأ بمساعدة عدة مصادر لاتخاذ القرار، وتمثل الفسحة المتاحة للتقدير وحجم المعلومات المتوفرة مقياساً لصحة القرار المتخذ، ويمكن أن يختبر قانونياً فقط بصورة محدودة.

الحـــــت

نقل أجزاء من سطح التربة بواسطة الماء والهواء والجليد والثقالة الأرضية والعمليات الكيميائية (الانحلال).

التكثيف

الحد من استخدام الوسائل اللازمة للإنتاج والطرق المؤدية إلى استغلال الأرض عن طريق التراجع عن الزيادة في استخدام الأسمدة ووسائل حماية النباتات (المبيدات الحشرية) أو من خلال محاولة التعويض عن استغلال الأرض (على سبيل المثال عودة الأراضي المزروعة إلى مروج خضراء وتقليص المساحة المعدة للزراعة أو التخلي عن استثمارها نهائياً).

التخطيط التخصصي

عبارة عن التخطيط لمشاريع حكومية محددة (مثل تشذيب المجاري المائية وإنشاء أوتوستراد).

المواد الصلبة

هي المواد الصلبة التـــي تتحرك في المياه (ومن ضمنها الجليد)، ونميّز بين المواد العائمة والعالقة والمواد المترسبة والمجروفات القاعية (حمل القاع).

نقل المواد الصلبة

كتلة المواد الصلبة التـــي تنقل أو تمر من خلال المقطع المدروس في فترة زمنية محددة.

المنطقة الرطبة

النظام الايكولوجي الذي تتوفر فيه مياه كافية وتعيش فيه مجوعات من الأحياء تتحمل الرطوبة (على سبيل المثال المستنقعات، الأودية النهرية، وغيرها من المواقع التـــي تمتاز برطوبة تربتها ويكون منسوب المياه الجوفية فيها قريبا من سطح الأرض).

المروج الرطبة

هي المروج التـــي تمتاز بمناسيب مياه مرتفعة جداً لفترات مؤقتة ويمكن أن تستغل هذه المناطق فقط في حالتها الجافة.

سرعة الرشح (جريان المياه الجوفية)

حاصل قسمة غزارة المياه الجوفية على المساحة التـــي تجري من خلالها هذه المياه (مساحة مقطع الجريان).

طبقة الفلترة

جزء من طبقة الصرف التـــي تمنع انجراف الحبيبات الناعمة من التربة أثناء مرور المياه فيها.

خطة استثمار المساحات (الأراضي)

هي إدارة عملية البناء المحضّرة مسبقاً، حيث يجب في هذه الخطة أن يمثل نوع الاستثمار المرغوب به للأرض المتوفرة في كامل المنطقة حسب متطلبات هذه المنطقة المراد الوفاء بها في

الخطط الأساسية.

حدود الجريان

هي اجهادات القص التـــي يدخل السائل بعد تخطيها في حالة جريان مضطرب.

مقطع الجريان

السطح العمودي على جهة الجريان الذي يمر من خلاله السائل.

تحوّل الجريان (القفزة المائية)

الانتقال من حالة الجريان المتخامد إلى الجريان السريع (فوق الحرج) (دائم، مستمر) أو العكس (غير دائم، غير مستمر) في حالة القنوات المكشوفة.

ديناميكية الأنهار

مجموع التأثيرات التـــي تنتج في الوادي (التصاريف الدنيا وحتـــى الفيضان، بحسب فترة تأثيرها وتكرارها وتوزعها على العام) وحوادث الغمر المرتبطة بهذه الفيضانات (غمر الأراضي المجاورة وأشكال الغرق الناجمة عنه) والمواد الصلبة المجروفة (المواد المجروفة مثل الرمل، المواد العالقة والأشجار الميتة) بالعلاقة مع سرعات الجريان (الحت، انتقال مواد قاع المجرى والترسيب) وتأرجحات مناسيب المياه الجوفية في الأودية النهرية (توزع القوى التـــي تسبب عمليات تغيّر مسار المجرى المائي).

ارتفاع الضخ

ارتفاع الضخ الجيوديزي: فرق الارتفاع بين منسوب الماء في حوض الدفع الذي تصب فيه أنابيب الضخ ومنسوب الماء في حوض الامتصاص.

ارتفاع الضخ المانومتري: الفرق بين ارتفاعات الطاقة قبل المضخة وبعدها.

تصريف المضخة

هي الغزارة التـــي تضخها المضخة في واحدة الزمن المعتبرة.

الارتفاع الحر

البعد بين منسوب الماء والحافة العلوية اللازمة لمنشأة مائية أو جزء من آلة.

المياه الغريبة

المياه الجوفية التـــي تدخل إلى شبكة الصرف الصحي (أشكال من انعدام الكتامة) والمياه غير المسموح بدخولها إلى الشبكة من خلال الوصل الخطأ (غير المناسب) (مثل مياه الصرف الزراعي ومياه الأمطار) والمياه السطحية التـــي تدخل إلى أنبوب الصرف الصحي (مثل: دخول المياه من خلال أغطية غرف التفتيش في حالة الفيضان).

المنحنـــي الزمنـــي

تمثيل بيانـــي للقيم بدلالة الزمن.

الهطول المحلي

ارتفاع الهطول المحسوب فوق منطقة محددة.

التهديد بالخطر (بالضرر)

حسب نوع الخطر، امتداد واحتمال حدوث وشدة خطر محدد.

الخطر (hazard)

حالة وسبب أو عملية يمكن أن تنشأ منها أضرار.

حجم الأخطار

مجموع الآثار والتأثيرات الممكن ظهورها من خلال خطر ما.

جيومورفولوجيا

العلم الذي يدرس نشوء وتطور تضاريس سطح الأرض (التشكيل السطحي للأرض)، في هذا الكتاب: نشوء وتطور المجاري المائية وأوديتها.

القناة المكشوفة

الحدود الجانبية والقاع لجريان ما بسطح حر (المجرى المائي الطبيعي).

الجريان المكشوف

الجريان في قناة مكشوفة.

المواد المجروفة (حمل القاع)

المواد الصلبة التـــي تتحرك في المجرى المائي وخصوصاً على القاع.

وادي المجرى المائي، الوادي النهري

الجزء من الوادي الذي يتميّز خلال العام بمنسوب مياه جوفية متأرجح بشدة ويشهد غمراً وترسيباً للمواد فوق جزء منه وفي جزء آخر منه تظهر البرك وينابيع التسرب المؤقتة.

تشذيب المجرى المائي

الإجراءات من خلال أعمال الصيانة بقصد إعادة تشكيل أو إزالة أو إعادة تشكيل جوهرية لمجرى مائي.

سرير المجرى المائي

زيادة عمق المجرى المائي السطحي أو اقتطاع لسطح الأرض، ولا تتبع منطقة الغمر في حالة الفيضان لسرير المجرى.

ديناميك المجاري المائية

مجموع التأثيرات التـــي تنتج في الوادي (التصاريف الدنيا وحتـــى الفيضان، بحسب فترة تأثيرها وتكرارها وتوزعها على العام) وحوادث الغمر المرتبطة بهذه الفيضانات (غمر الأراضي المجاورة وأشكال الغرق الناجمة عنه) والمواد الصلبة المجروفة (المواد المجروفة مثل الرمل، المواد العالقة والأشجار الميتة) بالعلاقة مع سرعات الجريان (الحت، انتقال مواد قاع المجرى والترسيب) وتأرجحات مناسيب المياه الجوفية في الأودية النهرية

جودة المياه

مواصفات المياه المقيّمة حسب المعايير المعطاة.

مورفولوجيا المجاري المائية

العلم الذي يدرس عمليات تشكيل المجاري المائية السطحية.

ايكولوجيا المجاري المائية

علم توازن المواد والطاقة للنظام الايكولوجي لمجرى مائي إضافة إلى جميع التأثيرات المتبادلة مع الأحياء التـــي تعيش ضمن هذا الوسط وكذلك التأثيرات المتبادلة بين السكان في هذه المنطقة مع بعضهم ومع المحيط غير الحي.

العناية بالمجرى المائي

جزء من صيانة المجرى المائي مع التركيز على الايكولوجيا الطبيعية.

حماية المجرى المائي

حماية المجرى المائي من المؤثرات الضارة.

جودة تشكيل المجرى المائي

تقييم عملية تشكيل المجرى المائي مع مناطقه المحيطة حسب المعايير المعطاة.

صيانة المجرى المائي

الحفاظ على حالة المجرى المائي من ناحية اقتصاد المياه والعناية بطبيعته بحسب الخطة الموضوعة وخصوصاً من جهة تصريف المياه فيه ومحيطه الحيوي، وضمن هذا الإطار تندرج المحافظة على سرير المجرى المائي وإعادة تأهيله لتصريف كمية كافية من المياه حسب المنشآت المقامة عليه (تأمين إمرار السفن إن كان المجرى يستخدم للملاحة النهرية) وكذلك الفعالية البيولوجية وحماية التشكيل شبه الطبيعي للجوانب والضفاف.

العمق الحدي

عمق المياه في القناة المكشوفة في حالة الجريانات بارتفاعات أصغرية دنيا.

البقايا العضوية الخشنة

المواد النباتية والحيوانية الميتة الكبيرة نسبياً في المجرى المائي (مثل الأغصان والأوراق الساقطة).

سطح ضغط المياه الجوفية

المحل الهندسي لجميع ارتفاعات سطح المياه الجوفية في الأنابيب البيزومترية.

حجم المياه الجوفية

مخزون المياه الجوفية أو جزء منه الذي يمكن أن يكون محدداً بشكل واضح أو قابل للتحديد.

سطح المياه الجوفية

السطح الحدي الأعلى لمجسّم المياه الجوفية في لحظة المقارنة.

جريان المياه الجوفية

جريان المياه تحت الأرضية التـــي تملأ المسامات الأرضية المرتبطة ببعضها تحت تأثير قوى الضغط والثقالة الأرضيةوالصعود الشعري للماء.

وادي الخشب الصلب

المنطقة من الوادي التـــي من النادر أن تغمر أو تغمر لوقت قصير جداً والتـــي تعيش فيها أنواع محلية من الأشجار ذات الأخشاب القاسية على سبيل المثال الدر دار والبلوط والأشجار الابرية.

نباتات الأدغال الطويلة

تجمعات من النباتات غير الخشبية التـــي تتكون من الشجيرات طويلة القامة وسريعة النمو.

الفيضان

عبارة عن تكوّن وانتقال وتأثير كميات مياه غير اعتيادية والمواد الصلبة المجروفة معها في المجاري المائية وحولها كعملية دائمة ناجمة عن الهطولات.

الفيضان في شبكة أقنية الصرف الصحي

مناسيب مياه مرتفعة في المجرى المائي ينتج عنها حجز مرتد للمياه في أنابيب شبكة الصرف الصحي أو غمر كلي لهذه الشبكة.

حادثة الفيضان

زيادة في منسوب الماء أو التصريف المار في مجرى مائي سطحي يؤديان إلى فيضان.

إدارة مساحة الفيضان (Flood plain management)

نوع من سلوك الأمان في صيغة مراقبة وسيطرة على الأخطار الناجمة عن استثمار المساحات المهددة بالغمر.

المنحنـــي الزمنـــي للفيضان

المنحنـــي الزمنـــي لمنسوب الماء أو التصريف المار خلال مقطع محدد لموجة فيضان.

علامات الفيضان (Flood marks)

العلامة الموضوعة في مكان محدد للإشارة إلى وصول مناسيب المياه أثناء الفيضان إلى ارتفاعات كبيرة وغير اعتيادية.

تخزين الفيضان

الإجراء المتخذ لتخزين المياه ولحجز جزء من مياه الفيضان.

نزعة الفيضان

الاتجاه الأساسي أو نزعة التطور لحادثة الفيضان.

موجة الفيضان

مسار حادثة الفيضان على طول مجرى مائي، وتمثيل عملية مرور الفيضان في مكان ما على محور الزمن.

الهيدروليك

جزء من علم الجريان مبنـــي في الغالب على توصيف تجريبي، وهو عبارة عن مصطلح شامل للبراهين الحسابية المتعددة.

الهيدرولوجيا

علم المياه خلال وعلى وتحت سطح الأرض يبحث في مخزون ودورة وتوزع المياه ومواصفاتها الكيميائية والفيزيائية وتأثيراتها المتبادلة مع المحيط.

قوة الصدم

القوة التـــي تنجم عن الوسط المتدفق.

البيولوجيا الهندسية، أساليب الإنشاء البيولوجية الهندسية

استخدام النباتات أو أجزاء منها كمواد بناء في المنشآت الترابية لتأمين وحماية السطوح غير المحمية (المثبتة) (مثلاً من تأثير الحت الناجم عن الهواء والماء).

التأثير المتبادل

في الهيدروليك يعنـــي هذا المصطلح العلاقات المتبادلة بين مجالين مختلفين للجريان (الجريان فوق الجوانب والوسط في قناة مكشوفة).

منظومة التجاويف على القاع (Intrstitial)

الوسط الحيوي في نظام التجاويف المملوءة بالماء الموجودة في قاع المجرى المائي.

التخزين المعترض (Interception)

التخزين المؤقت للهطول أو الهطول المخزّن على سطوح النبات.

خطوط تساوي سرعة الجريان

المنحنيات التـــي تصل بين النقاط الممثلة التـــي لها نفس سرعة الجريان.

التكرار السنوي T

الفترة الزمنية الوسطية التـــي تبلغ فيها حادثة ما قيمة محددة ما، إما مرة واحدة أو تتجاوزها أو أقل منها. إن قيمة التكرار في السنة T تسمى بقيمة التكرار السنوية –T– على سبيل المثال نسمي HQ_{100} تصريف الفيضان المئوي الذي يتكرر مرة واحدة كل مائة سنة.

شبكة الصرف الصحي

شبكة من الأنابيب والمنشآت الملحقة تجر المياه القذرة ومياه الأمطار أو المياه القذرة لوحدها إلى منشآت المعالجة أو مراكز الصرف.

المساقط المائية

سلسلة من المساقط المائية الصغيرة

الحفـــرة

حفرة محدودة مكانياً في سرير المجرى المائي نتجت عن عمليات الجريان.

ترسيب المواد الناعمة (Kolmation)

التكتيم الذاتـــي لسرير المجرى المائي من خلال ترسيب المواد الناعمة (عملية التوحّل)

طريقة صب البيتون بالتدعيم

طريقة لصنع البيتون باستخدام التدعيم (الكوفراج) تحت السائل (تحت الماء).

الكائنات الحية المستهلكة

الكائنات الحية التـــي تتغذى على المواد التـــي تصنعها الكائنات المنتجة، وتقسم إلى كائنات مستهلكة أساسية وثانوية.

زمن التركيز

الفترة الزمنية التـــي تمضي حتـــى يساهم كامل الحوض الساكب في التصريف المباشر للأمطار التـــي تشمل مساحات شاسعة.

أطلس – KOSTRA

عمل رقمي تقييمي وتوثيقي للهطولات الشديدة المحلية على شكل إحداثيات مع تمثيل لارتفاعات الهطول بالعلاقة مع مدتها وتكراراتها السنوية لجمهورية ألمانيا الاتحادية.

التحسين الإنشائي الطولي

أعمال الحماية والتأمين في سرير المجرى المائي بشكل مواز لجهة الجريان.

مدة الجريان بين مقطعين

الفترة الزمنية التـــي تحتاجها موجة الفيضان لحادثة ما لقطع المسافة بين مقطعين للمراقبة في أحد المجاري المائية وتؤخذ كدلائل إما مناسيب المياه أو تصاريف المياه المقاسة في المقطعين.

علم الأحياء في المياه العذبة

العلم الذي يعنـــى بالمياه العذبة والأحياء التـــي تعيش فيها (ايكولوجيا المياه الداخلية)

الليزيمتر

جهاز قياس لتحديد نسب التصريف – التبخر لحجم محدد من التربة.

الأحياء القاعية الكبيرة

مجموع الأحياء المائية الممكن رؤيتها في قاع المجرى المائي عند عدم وجود دوامات في المياه.

النباتات الكبيرة

مجموعة الأحياء النباتية الطويلة التـــي يمكن مشاهدتها بالعين المجردة، النباتات المائية الكبيرة والحشائش الكبيرة والطحالب وغيرها.

تخطيط الإجراءات

تحديد واختيار الإجراءات التـــي تقلل من الخطر استناداً إلى حاجة التنظيم المعروفة.

المجاري المائية التـــي تخص الري والصرف

المجاري المائية الاصطناعية التـــي تنشأ لغايات زراعية لكي تحسّن الموازنة المائية في التربة، وتحتاج إلى صيانة متكررة ومنتظمة (غالباً تكون مصارف مكشوفة).

الهجرة

انتقال أو انتشار للنباتات وأنواع الحيوانات.

التجارب المخبرية

جزء من النمذجة في المنشآت بهدف نمذجة عمليات الجريان في نماذج فيزيائية مصغّرة.

الانزلاق الطينـــي

تشكّل وانتقال وتطور كمية غير اعتيادية من المواد الصلبة والمياه في المجاري المائية شديدة الميل والقنوات الترابية وبجوارها، كعملية متقطعة وسريعة في مدة قصيرة وتحصل بالعادة نتيجة الهطول.

الديمومة، التطور الدائم

الضمان الدائم لوظائف منفردة أو متعددة لنظام ايكولوجي، هذا يعنـــي الحصول الدائم والمثالي لجميع القدرات المادية وغير المادية بدون الاضطرار لإيجادها.

السلسلة الغذائية

علاقة الكائنات المنتجة (النباتات) والمستهلكة (النباتات والحيوانات اللاحمة) والطفيليات (مثل البكتريا والفطور والمواد العضوية التـــي تتحول إلى معدنية) في نظام ايكولوجي (تصور نموذج ذا بعد واحد عن طريق طاقة التغذية للكائنات المنتجة الأساسية عن طريق عنصر أو عدة عناصر تتغذى على العضويات أو غيرها (المنتج الأساسي، المنتج الثانوي) وحتـــى المنتج النهائي). أثناء الإعطاء المتتالي للغذاء من عنصر إلى آخر في السلسلة الغذائية يذهب (90-80%) من الطاقة الكامنة كفاقد حرارة، لذا يكون عدد عناصر السلسلة الغذائية محدوداً (في العادة أربعة إلى خمسة عناصر). وعلى سبيل المثال تكون السلسلة الغذائية مبسطة في إحدى البحيرات وتتكون من حشائش مائية (منتج رئيسي)– ذبابة الماء (مستهلك ثانوي)– أسماك صغيرة (منتج ثانوي)– أسماك مفترسة (مستهلك أخير).

المروج الرطبة

أنواع من الحشائش غير المستمرة في كامل العام وتكون طويلة القامة أثناء وجود منسوب مياه جوفية مرتفع.

درجة التطبيع (مقياس طبيعية حالتها)

حالة نظام ايكولوجي يبيّن فيها مدى قربها من الحالة شبه الطبيعية، وكمقياس للتقييم تستخدم الخطوات القياسية الخمس الآتية (تم تغييرها من قبل BAUER, 1985):

- **طبيعي**: تمثل سمات التقييم بشكل عام واقعاً غير متأثر بالإنسان،
- **شبه طبيعي**: تمثل سمات التقييم واقعاً لم يتأثر بشكل كبير بالإنسان أو أعيد تشكيله بشكل مناسب للمحيط الطبيعي بصورة أكثر.
- **شبه طبيعي مقيّد**: تمثل سمات التقييم واقعاً لم يتأثر في جزء منه فقط بالإنسان أو أعيد تشكيله بشكل كبير ليناسب المحيط الطبيعي.
- **بعيد عن الطبيعي**: تظهر ملاحظات التقييم تغييراً كبيراً للواقع من قبل الإنسان.
- **غير طبيعي**: تظهر ملاحظات التقييم تغييراً كاملاً للواقع من قبل الإنسان.

المنشآت المائية شبه الطبيعية

تشذيب وصيانة المجاري المائية بطرق صيانة وتشذيب ملائمة للمحيط الطبيعي لكل منها، وإجراءات التغيير بحسب الخطة وتشكيل المجاري المائية والمياه الراكدة بمراعاة خاصة لحماية وتأمين القاع والجوانب، بشكل خاص من خلال بناء مناسب لمواد حماية القاع الطبيعية ومنطقة الجوانب من خلال زراعة وصيانة أنواع من النباتات المناسبة.

المحيط الطبيعي

وحدة المحيط الطبيعي الفيزيائية والجغرافية بطبيعة نموذجية وأشكال استغلال وأنظمة ايكولوجية.

الهطول

الماء الموجود في الجو الذي يتحرك بقوة الثقالة إما إلى سطح الأرض (الهطول الساقط) أو يتم إيصاله إلى سطح الأرض (الاستمطار).

مدة الهطول

الفترة الزمنية الفاصلة بين لحظة بدء الهطول ونهايته بما في ذلك فترات التوقف المؤقتة للهطول.

منطقة الهطول

المنطقة التـــي يتم الهطل فوقها في حادثة هطول محددة.

ارتفاع الهطول

مجموع الهطول – الهطول في مكان محدد، يعبّر عنه كارتفاع ماء فوق مساحة أفقية في فترة مراقبة معينة.

شدة الهطول

حاصل قسمة ارتفاع الهطول على مدته.

مسجل الهطول

جهاز قياس معياري للحصول على ارتفاع الهطول.

الفائدة (العائدية)

نتيجة إيجابية لحادثة ما أو لمعالجة ما.

الجريان السطحي

الجزء من الجريان الذي يصل مباشرة إلى المجرى المائي كاستجابة لحادثة حصلت (هطول أو ذوبان ثلوج) فوق سطح الأرض.

الطفح السطحي (الغرق)

الحالة التـــي تفيض فيها المياه القذرة مع مياه الأمطار أو المياه القذرة لوحدها من شبكة الصرف الصحي أولا تستطيع هذه المياه الدخول إلى هذه الشبكة وتبقى إما على سطح الأرض أو تدخل إلى الأبنية.

المياه السطحية

مياه المجاري المائية الطبيعية والاصطناعية (على سبيل المثال مياه الأنهار والبحيرات ومياه السدود) والهطولات التـــي تجري فوق سطح الأرض.

الايكولوجيا

علم توازن الطبيعة والتأثيرات المتبادلة للأحياء مع بعضها بعضاً ومع الوسط الحيوي.

تشذيب المجاري المائية

إن العدد الكبير من الأمثلة السلبية في تشذيب المجاري المائية أعطت الخلاصة بأننا يجب أن نفهم أن الاعتداءات على المجاري المائية ليست فقط إجراءات هندسية وإنما أيضاً يجب أن نأخذ بالاعتبار نتائجها وتأثيراتها على المحيط الحيوي المائي (الماء، التربة، الوسط النباتـي والأحياء) وحوله. والتشذيب الحالي للمجاري المائية يهدف إلى التطلّع لإيجاد توازن في منظومة المجرى المائي وما يحيط به ويتجاوز ذلك باجراءته لإيجاد ظروف ايكولوجية مناسبة قدر الإمكان.

النظام البيئي

مجموعة وظائف المحيط البيئي (الايكوسفير) كمركب مؤثر يتكون من عناصر المحيط الحيوي الطبيعي والأحياء والعناصر الطبيعية غير الحية وتلك العناصر والمنشآت التـي يقوم الإنسان بإيجادها والتـي يوجد فيما بينها وبين محيطها علاقات متبادلة في مجال الطاقة والمادة والاستفادة المتبادلة.

القناة المكشوفة

مصطلح للمجاري المائية التـي يمكن أن يتكوّن فيها سطح ماء حر.

نقطة الصفر الاعتبارية (منسوب الصفر الاعتبارية)

ارتفاع نقطة الصفر لمنسوب القياس نسبة إلى سطح اعتباري ونقطة بدء رسمية مقرّة من قبل الحكومة لقياسات الارتفاع (مثلاً ارتفاع منسوب البحر NN).

التركيب الضوئي

استخدام الضوء كمصدر طاقة لبناء المادة العضوية.

المجموعات البدائية (الرائدة)

مجموعات الأحياء من المستوطنين الأوائل وهي أنواع النباتات والحيوانات التـي تعيش في الأوساط الحيوية التـي نشأت حديثاً على سبيل المثال المناطق الحصوية الناعمة.

التخطيط المحلي

تنظيم للأعمال المساهمة في العمل وتوجيهها لفترة مستقبلية طويلة الأمد.

برك التخزين

للحماية من غمر المنخفضات المسورّة بسدات.

الكثافة (التعداد)

مجموع أحد الأنواع بسمات المجموعة الشاملة الوراثية ضمن محيط محدد.

الكائنات المنتجة الأساسية

الإنتاج النباتـي الذي بواسطته يتم تحويل المواد الأساسية غير العضوية إلى روابط عضوية عن طريق عملية التركيب الضوئي أو التركيب الكيميائي، وكإنتاج إجمالي هو كمية المواد الكلية المستهلكة من طاقة الضوء من قبل النباتات التـي تقوم بالتركيب الضوئي على مدار العام، وكإنتاج صاف هو الإنتاج الإجمالي بعد طرح مقدار النتح أي إنتاج المادة الصلبة من قبل النبات (أو التزايد في مادة الفحم).

الكائنات المنتجة

العضويات الحية التـي تحوّل المواد الأساسية عن طريق التركيب الضوئي أو التركيب الكيميائي إلى مركبات عضوية وتنقله بذلك إلى مستوى طاقة أعلى.

المنشآت العرضانية

منشآت الحماية في سرير المجرى المعترضة لاتجاه الجريان.

قياس الهطول بواسطة الرادار

حساب شدة الهطول بواسطة التردد الراداري لحقل الهطول من خلال علاقة نصف تجريبية.

مكونات التشريع العام

مواد التشريع العام للاتحاد الألمانـي حسب النوع GG 75 حيث أنها تملك الحق بموجب شروط النوع GG 72 لإصدار التعليمات العامة للتشريع في المقاطعات بجوانب محددة.

الخشونة

الخشونة المطلقة: مقياس للخشونة يعطي خشونة مساوية لخشونة الرمل لنفس معاملات الخشونة.

الخشونة السائدة أثناء الاستثمار: مقياس للخشونة لأخذ كل الفواقد بالاعتبار.

خشونة الرمل: مقياس للخشونة يتكوّن من حبات رمل كروية الشكل متساوية الحجم توضع على الجوانب بشكل كثيف قدر الإمكان.

قانون التنظيم العام

التعليمات القانونية عن الخطط الموضوعة والمستندة إلى بعضها والشاملة والتـــي تتجاوز منطقة إحدى البلديات أو النواحي وتلك الخطط التخصصية المتعددة.

الأمر الإداري

هو عبارة عن أمر عام ملزم لعدد غير محدد من الأشخاص ولا يصدر بموجب طريقة تشريع رسمية وانما يوضع من قبل هيئات السلطة التنفيذية (الحكومة الاتحادية، حكومة المقاطعة، السلطات الإدارية الحكومية ومن أشخاص الإدارة نفسها).

المجاري المائية المرجعية

المجاري المائية أو أجزاء منها التـــي يمكن أن تستخدم مثلاً لتطبيع مجار مائية أخرى بسبب مظاهرها النموذجية الطبيعية، من هذه المجاري المائية يمكن اشتقاق علامات مميّزة وتعميمها على مجار مائية أخرى في نفس الوضع الطبيعي.

المسار الملائم (Relaxation)

إزالة المعوقات الناجمة عن المقاومات الداخلية للتمكين من الوصول إلى حالة توازن جديدة بواسطة إدخال تأثير القوى الخارجية أو إزالتها.

التضاريس

أشكال سطح الأرض.

التطبيع

إعادة تأهيل واسعة لمجرى مائي وجوانبه بحيث يقترب من شكله الطبيعي المميّز.

التخزين

حجز الماء والمواد من خلال المعطيات الطبيعية أو الإجراءات الاصطناعية.

تفعيل المجرى

تحسين الشروط الايكولوجية في المجرى المائي وحوله باتجاه الحالة شبه الطبيعية.

أخاديد عميقة

الحفر العميق لطبقات التربة لتحسين مواصفاتها (على سبيل المثال بهدف تحسين التوازن المائي للتربة من خلال خرق طبقات التربة الخازنة للماء).

الخطر (risk)

الوصف النوعي والكمي لخطر ما من ناحية إمكانية وقوعه ومدى تأثير الضرر الناجم عنه.

إمكانية تحمّل الضرر

الحكم على مدى القدرة على تحمّل الخطر استنادا إلى المعايير المعطاة.

الاستعداد لملاقاة الخطر (risk acceptable)

استعداد الأشخاص أو مجموع السكان لتحمّل الخطر الذاتي المعروف لحالة ما أو لفعل ما.

تحاليل الخطر (risk analysis)

الطرق النظامية لوصف خطر ما حسب احتمال وقوعه وحجم نتائجه وعند الإمكان تقدير حجمه.

تقييم الخطر

الطرق المستخدمة لتقييم إمكانية تحمّل الخطر من المعلومات التي تم الحصول عليها من تحليل الخطر بمساعدة المعايير الشخصية أو الجماعية.

الاتصالات أثناء الخطر

العملية الشائعة لتبادل المعلومات والآراء حول الأخطار بين المتضررين والسلطات والخبراء بشكل ديموقراطي لاختيار الخيارات.

إدراك الخطر (risk Perception)

هو عبارة عن عملية التلقي الذاتـــي ومعالجة وتقييم المعلومات التـــي تخص الخطر الناتجة من الخبرة الذاتية والمراقبة المباشرة والاستعلام من المبعوثين (من خلال الأوساط الإعلامية مثلاً) ومن الاتصالات المباشرة والأفراد.

نبات القصب (reeds)

نبات طويل القامة يعيش في المنطقة المجاورة للأنهار متبدلة الرطوبة.

منشآت الجوانب (الأكتاف)

تعنـــي هذه المنشآت ضمن مفهوم المنشآت المائية تطبيع وتفعيل المجاري المائية.

الحجز، التخزين

منع الجريان وحجزه باستثمار المواصفات والخواص الطبيعية أو من خلال الإجراءات الاصطناعية.

أحواض التخزين

أحواض حجز مياه الهطول.

احتياطي التخزين

زيادة مخزون المياه السطحية والجوفية المحسوبة لمنطقة محددة.

الحجز المرتد في شبكة الصرف الصحي

يقع منسوب الطاقة في شبكة الصرف الصحي أعلى من حافة الأنبوب.

منسوب الحجز المرتد

الارتفاع الذي من أجله تتخذ إجراءات خاصة ضد الحجز المرتد في منطقة صرف المساحات والعقارات الخالية من الأبنية. يتم تثبيت هذا المستوى من السلطات المحلية، وطالما لم يجر تثبيت مستوى الحجز المرتد من السلطات المختصة يؤخذ عوضاً عنه ارتفاع الحافة العليا للشارع عند نقطة الوصل.

بوابة الحجز المرتد

بوابة إغلاق تمنع دخول الماء إلى الأنبوب وتغلق البوابة ذاتياً عند ظهور حجز مرتد.

البئر التجميعي

بئر كتيم لجمع المياه.

هدف الحماية (حد الحماية) (safety criteria)

ارتفاع للمياه فوق العتبة التـــي تعتبر معياراً لتحمّل الخطر، ويجب أن يقع منسوب المياه أخفض منها حتـــى يتم اعتبار الخطر مقبولاً.

المواد العالقة

المواد الصلبة العالقة ضمن السوائل التـــي يتم الحفاظ عليها عالقة بواسطة الجريان أو في حالة الاضطراب.

الأضرار

هي النتيجة المقيّمة سلبياً لحادثة ما أو فعل ما.

الحساسية للضرر

استعداد لتلقي ضرر ما وتحمله بسبب خصوصية المنشأة أو الحادثة الممكن وقوعها.

حجم الأضرار

مجموع الأضرار الممكن حصولها من جراء خطر ما.

الجريان السريع (الشلالي)

جريان في القناة المكشوفة، يكون عمق الماء فيه أصغر من العمق الحرج (الحدي).

قوة الجر (السحب)

قوة النقل والحمل للمياه الجارية.

الترسب

عملية سقوط المواد العالقة إلى القاع التـــي تؤدي لتكوّن الرسوبيات.

الرسوبيات

المواد المترسبة على شكل طبقات بفعل المياه والجليد والرياح (نواتج عملية التجوية).

الأمان (Safety)

الحالة التـــي نعتبر فيها الخطر المتبقي مقبولاً.

بوابة سدية

منشأة مزودة بمنشأة إغلاق لحجز المياه السطحية بواسطة السدة.

الأهمية، اختبار الأهمية

الأهمية؛ الجوهرية – في علم الستاتيك يتم وصف الفرق بين سلسلتـــي قياس بالفرق الهام عندما يكون كبيراً، والذي لا يمكن أن ينتج بالصدفة وأن يكون مقبولاً.

مستوى الأهمية

هو القيمة التـــي نضعها أمامنا أثناء تنفيذ اختبار الأهمية لرفض فرضية الصفر أو قبول الفرضية الأخرى (قريب من الطرق الإحصائية انظر SACH, 1992)

قوة حمل القاع

قوة الجر المؤثرة على القاع.

عتبة القاع

العتبة الموجودة على القاع.

ضغط الماء على القاع

ضغط المياه الجوفية على قاع إحدى المنشآت.

ارتفاع الحجز

فرق الارتفاع بين منسوب الماء في حالة التصريف العادي ومنسوب الماء في حالة الحجز.

الهدار الجانبـــي

الهدار الذي يتوضع موازياً أو مائلاً بالنسبة لجهة الجريان.

الجريان الهادئ (المتخامد)

الجريان في القناة المكشوفة الذي يكون فيه عمق الماء أكبر من العمق الحرج.

القوام (الهيكل)

الروابط التـــي تربط الفراغات الموجودة في منظومة ما حجميا ووظيفيا مع بعضها.

فيضانات العواصف الرعدية

ظاهرة الفيضان بعد هطولات شديدة في أحواض ساكبة صغيرة التـــي تصل بسرعة

كبيرة إلى القيم العظمى للجريان ولكن لفترة قصيرة (Flash flood).

الجرف (Suffusion)

جرف المواد الصلبة ذات الحبات الناعمة من طبقات التربة.

التعاقب الزمنـــي للأحياء (تطور الأحياء)

التعاقب الزمنـــي المتسلسل للأنواع ولمجموعات الأحياء في وسط حيوي من الوسط البدائي إلى الوسط الذي يتم الحصول عليه من توازن الجريان.

الانخفاض في منسوب الماء (sunk)

الانخفاض غير المستقر لمنسوب ماء الجريان في القنوات المكشوفة والناتج عن التغير المفاجئ في الغزارة المارة.

الكاشف (tracer)

وصف جامع للمواد التـــي يجب أن توضح استجابة العضويات والوسط المحيط وتغيرات الاتجاه لانتقال المواد.

زمن مرور الجريان

المدة التـــي تحتاجها موجة فيضان أو يحتاجها جريان لعبور جزء معين من مجرى مائي.

المواد العائمة

المواد القابلة للعوم والتـــي يحملها الماء على سطحه وخصوصا أثناء الفيضان.

السطوح الفاصلة

السطوح المفترضة بن أجزاء الجريان المختلفة في مقطع الجريان. في الحساب الهيدروليكي للقنوات المكشوفة شبه الطبيعية يتم الافتراض بأن هناك تأثير للمقاومات المتبادلة عند السطوح الفاصلة.

الجريان فوق هدار

الجريان بسطح حر بحيث أن الماء يجري فوق جسم منشأ في مقطع الجريان.

ارتفاع الجريان فوق هدار

فرق الارتفاع بين منسوب الماء العلوي غير المتأثر بالجريان وحافة الهدار.

زيادة الحمولة

الحالة التـــي تجري فيها المياه القذرة ومياه الأمطار تحت الضغط في منظومة الجريان الحر أو في شبكة صرف نظامية ولكن لا تبلغ مرحلة الفيضان في الشبكة.

الجريان الهائج

خروج خليط من المواد الصلبة والماء من المجاري المائية والقنوات ذات الميل الحاد على الأراضي المجاورة في حادثة سريعة ومتقطعة تترك توضعات وترسبات كثيرة وتكون هذه الحادثة غالباً غير متوقعة.

الغمر

خروج المياه مع ما تحتويه من مواد صلبة من المجاري المائية أثناء الفيضان إلى الجوار وتصحبه عمليات ترسيب يزداد منسوبها ببطء.

مناطق الغمر

المساحات المغمورة بالمياه الناجمة عن تجاوز مياه الفيضان لسرير المجرى.

الحجز الأعظمي

هو الحالة التـــي يصل فيها منسوب الماء إلى الحافة العليا لليابسة أو التـــي فيها يبدأ الماء بالخروج من شبكة الصرف وبالتالي لا تستطيع الشبكة أخذ كميات مياه رافدة أخرى.

الضفـــة

الجزء الجانبـــي من سرير المجرى بين منسوب الماء الوسطي ومنسوب الماء الذي يبدأ به الماء بتجاوز سرير النهر (منسوب اليابسة عند هذه النقطة).

حت الضفاف

انهيار منحدر الضفة نتيجة الحت العميق أو حت الضفة أثناء الفيضان أو السيل الطينـــي والذي يؤدي إلى حمل مواد صلبة دائمة أو متقطعة.

أحزمة الضفاف، أحزمة حول المجاري المائية

مساحات من سطح الأرض حول المجرى المائي ذات أهمية خاصة لصيانة هذا المجرى ولتشكيله شبه الطبيعي.

طريق الضفة

وصف شامل للطرق المختلفة الواقعة بالقرب من المجاري المائية ويمكن أن تشمل:

- **طرق الصيانة:** طرق مفروشة بالحصى تمكّن من عبور المركبات ومن السهل جعلها خضراء.
- **طرق الاستجمام (المشوار):** قريبة من المجرى وتغطى بعض أجزائها بالمياه.
- **طرق الدراجات العادية:** بعض أجزائها مغطاة بالإسفلت وبعضها الآخر بالماء.
- **طرق زراعية وطرق استغلال الغابات:** حسب التوجهات المنشأة لأجلها هذه الطرق (DVWK, 1999c).

ارتفاع الماء في الطرف الأدنى

عمق الماء في المقطع الواقع أسفل إحدى المنشآت.

الجريان غير الكامل فوق الهدار (الهدار المغمور)

جريان بدون قفزة مائية فوق الهدار، يتأثر منسوب الماء في الجانب الأعلى من الهدار بمنسوب الماء أسفل الهدار.

المجاري المائية في المناطق المأهولة

المجاري المائية التي تجتاز مناطق مأهولة أو التي تتأثر بالنشاطات الإنسانية.

المنطقة المأهولة

المحيط المتأثر بالاستخدامات الإنسانية (وفي هذه المنطقة تهم بشكل خاص تأثيرات المحيط على تطور المجرى المائي).

المرسوم، الأمر الإداري

في قانون الإدارة المرسوم هو وصف لفعل إداري يحتوي على السماح أو المنع أو إجراء مؤثر مماثل لذلك.

جمع المواد المجروفة

جمع المواد المجروفة من قبل التيار والعالقة التي يمكن أن تسبب رفع منسوب الماء.

الترسيب وتكوّن الجزر

عملية تكوّن الجزر في المجرى المائي من توضع المواد العضوية وغير العضوية، على سبيل المثال عملية تكوّن السبخات في الأنهار

الجريان الكامل فوق الهدار

جريان مع قفزة مائية من الجريان المتخامد إلى الشلالي، حيث لا يتأثر منسوب الماء في الجانب الأعلى من الهدار بمنسوب الماء أسفل الهدار.

سيلان الماء

إمكانية جريان الماء أو ماء الصرف الصحي بالميل الطبيعي (بالسيولة) أو بالرفع الاصطناعي (مجرى طبيعي أو اصطناعي)

المسيل المائي

المجرى المائي الذي تسيل فيه المياه.

ضفاف الفيضان

الجزء من سطح الأرض الواقع فوق الماء الوسطي في النهر في المنطقة الواقعة بين سرير المجرى المائي وسدات الحماية.

مقدمة المطر

الهطول الذي يهطل خلال فترة زمنية معطاة قبل حادثة هطول محددة.

قوة ضغط الماء

القوة التـــي تؤثر بها المياه الساكنة عمودية على الجدران المحيطة بهذا الماء.

مناسيب المياه

المسافة العمودية بين سطح الماء فوق أو تحت منسوب المقارنة والذي يحدد على سبيل المثال عبر نقطة القياس الاعتبارية (نقطة الصفر).

عمق الجريان

المسافة بين سطح الماء وقاع القناة عموديا على مستوي المقارنة.

الهدار المتحرك: منشأة حجز مع بوابة إغلاق للهدار.

الهدار الثابت: منشأة حجز بدون بوابة إغلاق للهدار.

وادي بنباتات خشبية غير صلبة

المنطقة الفيضانية في الوادي الواقعة فوق منسوب الماء الوسطي حيث تنمو في هذه المنطقة أنواع من النباتات ذات الخشب الهش (المروج الفضية، القصب) المميّزة والنموذجية في هذه المناطق.

الجريان الوسيط (الآني)

الجزء من الجريان الذي يصل إلى المجرى المائي كاستجابة لحادثة حصلت (هطول مطري أو ذوبان ثلج) من طبقات التربة القريبة.

المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر
بدمشق

Bibliotheca Alexandrina
06647542

السعر: 23 دولار أمريكي أو ما يعادله